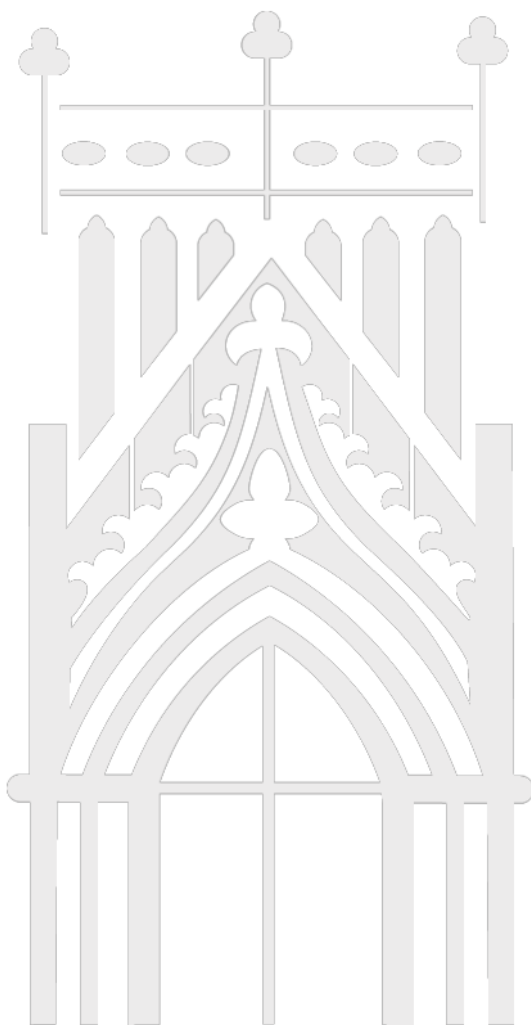


Mestrado em Construções Civas

CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS DE
HABITAÇÃO EM PORTUGAL

Rui José Pais Magalhães

junho | 2017



Escola Superior
de Tecnologia e Gestão



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE

CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO EM PORTUGAL

RUI JOSÉ PAIS MAGALHÃES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE, PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM CONSTRUÇÕES CIVIS

JUNHO/2017

Página de Função

- **Estagiário**

Nome: Rui José Pais Magalhães

Correio eletrónico: ruijpmagalhaes@gmail.com

Telm.: 969710588

Grau académico: Licenciatura Engenharia Civil

Estabelecimento de ensino: Instituto Politécnico da Guarda

Curso: Mestrado em Construções Civas

Nº Aluno: 1010545

- **Entidade**

Designação: DSE – Desenvolvimento de Soluções Empresariais, Lda

Sede: Rua Dr. Francisco dos Prazeres, n. º4 - Guarda

- **Período de estágio**

Duração: 8 meses

Data início: 1 de maio de 2016

Data conclusão: 31 de dezembro de 2016

- **Orientação/Supervisão**

Nome orientador: Eng. José António Furtado Figueiredo Gomes

Nome supervisor: Rita Leão Furtado Gomes

Agradecimentos

Começo por agradecer à minha família pelo esforço e dedicação por eles proporcionada, para que me fosse possível não só evoluir e avançar nos estudos, mas também pela vida que me tem proporcionado, não me deixando faltar o essencial e fundamental ao longo dos anos. É a eles que devo tudo.

Pretendo agradecer ao Instituto Politécnico da Guarda, e mais propriamente a todos os docentes que fizeram e fazem parte do meu processo educativo nesse mesmo instituto, não podendo faltar o agradecimento especial ao meu orientador de estágio, o professor José António Furtado Figueiredo Gomes. Aos meus colegas de estudo pelos bons momentos passados e pelas aprendizagens partilhadas.

Por fim, mas não menos importante, agradeço à empresa que me permitiu realizar este estágio, a todos os colaboradores, pela paciência, ajuda, disponibilidade, vontade de ensinar que demonstraram, e pelo companheirismo e bom ambiente existentes no dia-a-dia.

A todos eles o meu maior obrigado.

Resumo

O presente documento diz respeito ao relatório de estágio profissionalizante, realizado para efeitos da obtenção do grau de Mestre em Construções Cíveis, do Instituto Politécnico da Guarda.

O estágio profissionalizante decorreu entre 1 de maio e 31 de dezembro de 2016, tendo como objetivos principais a preparação e emissão de certificados e pré-certificados energéticos, assim como a preparação, apoio e realização de projetos diversos na área da engenharia civil.

Ao longo do estágio profissionalizante a emissão de certificados energéticos relativos a edifícios de habitação, foi o trabalho mais frequente, sendo, portanto esse o tema que será desenvolvido no presente relatório. Nesse, envolvendo os processos e passos necessário ao processo de certificação, desde visitas a imóveis até à fase que precede a emissão dos certificados energéticos.

Foram ainda realizados, no referido estágio, relativamente à área da térmica de edifícios, projetos de verificação da conformidade regulamentar através do regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação (REH), e ainda a emissão de pré-certificados.

No relatório de estágio será feita referência a todo um processo de certificação energética de um imóvel, inicialmente com a fase de visita aos imóveis, seguindo o tratamento de dados, a elaboração de plantas de apoio, a realização de cálculos auxiliares, a emissão de relatórios de peritagem, o preenchimento de folhas de cálculo para determinação da classe energética, e outras tarefas complementares. Serão ainda apresentadas as folhas de cálculo utilizadas e modo de preenchimento, assim como as diversas plataformas utilizadas.

Uma vez que o mundo se encontra num caminho de edifícios cada vez mais eficientes e sustentáveis, optou-se por se efetuar um pequeno estudo sobre edifícios modelo, para o qual se fizeram variar diversas características, de modo a se obter o modelo e as características mais adequadas para uma determinada zona climática.

Palavras-chave: Certificação energética, Sustentabilidade.

Abstract

The present document is an internship report, the following internship report was elaborated for purpose of obtaining a Master's Degree in Civil Construction, from the Polytechnic Institute of Guarda.

The internship had a duration of 8 months, between 1of may and 31 of December 2016, and its main goals were preparing and aquiring energy certificates and pre-certificates, as well as, preparing, supporting and accomplishing projects in diferent areas of civil engineering.

During the internship, energetic certificates were elaborated more frequently, being this the topic that will be discussed in this report. In this same internship, all processes and steps were completed, from building visits to the final stage that precides to the emission of energetic certificates.

In this internship report, there will be reference to a building energetic certification process, more precisely, a building visit stage, data treatment, auxiliar calculations, expert reports, completed spreadsheets, among others. Also the spreadsheets and the diferente webpages used during the internship will be presented, as well as the information on how to use and fill them out.

Once the world is on a path of increasingly efficient and sustainable buildings, it was decided to make a small study on model buildings, for which various characteristics were varied, in order to obtain the most appropriate model and characteristics for a given climatic zone.

Key word: Energetic certificates, Sustainability.

Plano de estágio

O estágio teve a duração de 8 meses, tendo o mesmo sido realizado na empresa DSE – Desenvolvimento de Soluções de Empresariais, Lda, entidade que se passará a apresentar mais à frente no presente documento. A referida entidade propôs para o período do estágio, a realização das seguintes atividades:

- Acompanhamento geral da atividade num gabinete de projeto e de estudos de engenharia;
- Preparação de processos de certificação energética e colaboração na emissão dos respetivos certificados;
- Trabalho no domínio da conceção de projetos de estabilidade, redes prediais e térmica de edifícios de habitação unifamiliar;
- Outras atividades complementares no domínio da Engenharia Civil.

Índice Geral

Página de Função	i
Agradecimentos	iii
Resumo	v
Abstract	vii
Plano de estágio	ix
Índice Geral	xi
Índice de Figuras	xii
Índice de Quadros	xii
Índice de gráficos	xiii
I. Apresentação da Entidade	1
II. Índice de Abreviaturas/Simbologias	3
III. Glossário	5
IV. Desenvolvimento do estágio	7
1. Legislação	7
2. Âmbito de aplicação do SCE	12
2.1. “Âmbito de aplicação positivo”	12
2.2. “Estão excluídos do SCE:”	13
3. Tipos de certificados energéticos	14
4. Processo de Certificação	15
4.1. Documentos necessários	15
4.2. Levantamento dimensional	16
4.2.1. Dificuldades sentidas	17
4.3. Tratamento dos dados recolhidos	17
5. Metodologia de cálculo e classe energética	21
6. Cálculo dos parâmetros térmicos e preenchimento das folhas de cálculo	23
6.1. Folha de cálculo Ventilação REH e RECS	25
6.2. Folha de cálculo de avaliação do comportamento térmico e desempenho energético de edifícios	33
6.3. Folha de cálculo de avaliação de sistemas de fontes de energia renováveis	51
7. Plataformas	57
7.1. Plataforma da ADENE	57
7.2. Plataforma Home Energy	58
7.3. Plataforma de criação e gestão de ficheiros XML	58

7.4. Outras plataformas	59
8. Estudo de edifícios de habitação unifamiliar	60
8.1. Características comuns aos edifícios	61
8.2. Características “variáveis”	70
9. Conclusão.....	81
10. Bibliografia.....	83
Índice de Anexos	85

Índice de Figuras

Figura 1 – Tipos de certificados, contexto e enquadramento dos mesmos.	14
Figura 2 - Definição das envolventes de um edifício.	18
Figura 3 – Exemplo de plantas realizadas no âmbito do processo de certificação.....	19
Figura 4 – Representação gráfica dos tipos de rugosidade de um local.	28
Figura 5 - Determinação de profundidade média.	36
Figura 6 - Modo de determinação do ângulo de obstrução do horizonte.	40
Figura 7 - Modo de determinação dos ângulos provocados por elementos:	40
Figura 8 - Representação de um pavimento térreo.	42
Figura 9 - Representação de um pavimento enterrado.	42
Figura 10 - Representação de uma parede enterrada.....	43
Figura 11 - Apresentação do página inicial da folha de cálculo.....	52
Figura 12 – Preenchimento de dados, relativos ao sistema solar padrão.	53
Figura 13 - Campos de preenchimento para determinação da contribuição, relativo ao sistema solar padrão.	56
Figura 14 – <i>Banner</i> da plataforma da ADENE.	57
Figura 16 - <i>Banner</i> da plataforma da Home Energy.	58
Figura 17 - <i>Banner</i> da plataforma da Flor de Utopia.	59
Figura 17 - Diagrama representativo das diversas simulações realizadas ao longo do presente estudo.	66

Índice de Quadros

Quadro 1 – Escala da Classificação Energética, através do valor de R_{Nt}	22
Quadro 2 - Seleção do tipo de edifício.	26
Quadro 3 - Seleção do número de fachadas expostas.	26
Quadro 4 - Seleção da região.	27
Quadro 5 - Seleção da rugosidade.....	28
Quadro 6 - Preenchimento dados relativos a obstáculos no horizonte	28
Quadro 7 - Preenchimento de dados relativos à permeabilidade ao ar da envolvente.	29

Quadro 8 – Preenchimento dos dados relativos a aberturas de admissão de ar na envolvente. ..	31
Quadro 9 - Preenchimento dos dados relativos às condutas de ventilação.	32
Quadro 10 - Determinação do tipo de perda de carga em condutas de ventilação.....	32
Quadro 11 - Preenchimento de dados relativos à ventilação com recurso a meios mecânicos. ..	33
Quadro 12 - Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica linear – edifícios novos.	44
Quadro 13 – Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica linear – Edifícios existentes.	45
Quadro 14 – Coeficiente de redução de perdas de espaços não úteis, b_{tr}	46
Quadro 15 – Intervalos de classificação da classe de inércia térmica.....	49
Quadro 16 – Regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inércia térmica interior.	50
Quadro 17 - Informações relativas às zonas climáticas e respetivos dados.	62
Quadro 18 - Valores máximos regulamentares para o coeficiente de transmissão térmica, de elementos da envolvente opaca exterior, em Portugal Continental.....	63
Quadro 19 - Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados.	63
Quadro 20 – Resumo das melhores e piores simulações, e respetivos valores.	69
Quadro 21 - Resumo dos valores do coeficiente de transmissão térmica e do fator solar, de cada solução.....	72
Quadro 22 - Coeficientes de transmissão térmica inicial e com os reforços de isolamento.....	73
Quadro 23 - Resumo dos sistemas técnicos utilizados.....	74
Quadro 24 - Avaliação das simulações relativas ao reforço de isolamento.	75
Quadro 25 - Avaliação das simulações relativas aos elementos de sombreamento na estação de arrefecimento.....	76
Quadro 26 - Avaliação das simulações relativas às proteções solares.	77
Quadro 27 - Avaliação das simulações relativas às proteções solares, com determinação dos custos da medida, poupança anual, a 10 e 20 anos, e o período de retorno da medida.	77
Quadro 28 - Valores resumo das simulações inicial e final.	78
Quadro 29 – Avaliação da simulação final.	78
Quadro 30 - Resumo da viabilidade das medidas avaliadas	80

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Gráfico de resultados, obtidos numa dada simulação, obtidos para as zonas climáticas utilizadas no estudo	63
Gráfico 2 - Percentagens de simulações não verificadas por zona climática e por parâmetro de avaliação.....	68

I. Apresentação da Entidade

Passa-se a apresentar, neste capítulo, a entidade que acolheu o estagiário, permitindo assim a realização do estágio profissionalizante.



Desenvolvimento de Soluções Empresariais, Lda

A empresa em que decorreu o estágio, apresenta a sua primeira matrícula na Conservatória do Registo Comercial da Guarda, no ano de 1996, nessa altura com a nomenclatura DSE – Desenvolvimento de Soluções de Engenharia para Edifícios, Lda., tendo sido esta nomenclatura alterada no ano de 2016 para DSE – Desenvolvimento de Soluções Empresarias, Lda. A empresa localiza-se na cidade da Guarda, mais propriamente na Rua Francisco dos Prazeres n. º4.

A entidade na qual se realizou o estágio é atualmente uma sociedade por quotas, constituída por duas sócias: Marta Leão Furtado Gomes e Rita Leão Furtado Gomes.

O objetivo principal da DSE consiste no desenvolvimento e elaboração de projetos e consultadoria na área da engenharia. Como principais atividades destacam-se:

- Elaboração de projetos de contenção periférica;
- Elaboração de projetos de estabilidade;
- Elaboração de projetos de estruturas metálicas;
- Elaboração de projetos de estruturas de betão armado;
- Elaboração de projetos de abastecimento de água e saneamento;
- Elaboração de projetos de segurança contra incêndios;
- Elaboração de projetos de desempenho acústico;
- Elaboração de projetos de abastecimento de gás;
- Elaboração de projetos de comportamento térmico;
- Consultoria técnica;
- Gestão de empreitadas;
- Avaliação imobiliária;
- Peritagens técnicas e judiciais.

Durante os últimos anos a DSE tem desenvolvido as suas atividades em parceria com outras empresas dentro da mesma área de atuação, nomeadamente arquitetura, arranjos urbanísticos, planeamento regional e urbano, eletrotecnia (média e baixa tensão), CCTV, domóticas, gestão técnica de edifícios, telecomunicações, instalações de AVAC, sistemas solares térmicos e fotovoltaicos e outras instalações mecânicas.

O estágio realizou-se na entidade, sob supervisão da Dr. Rita Leão Furtado Gomes.

II. Índice de Abreviaturas/Simbologias

ADENE - Agência para a energia;

AQS - Águas Quentes Sanitárias;

AVAC - Aquecimento, ventilação, ar-condicionado

CCTV - (Closed-circuit television)

CE - Marcação de Conformidade Europeia;

CE - Certificado Energético;

CPE - Código de Ponto de Entrega – código existente nas faturas de eletricidade, código esse que identifica a instalação elétrica;

Deq - Diâmetro equivalente de condutas retangulares;

GD - número de graus-dia, na base de 18°C, correspondente à estação convencional de aquecimento;

DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia;

ETIC's - External Thermal Insulation Composite Systems (Sistema de isolamento térmico pelo exterior);

E_{Ren} - energia produzida com recurso ao aproveitamento de energias renováveis;

g_{Tvi} - fator solar do vidro para uma incidência normal ao vão;

g_{⊥T} - fator solar global do vão com todos os dispositivos de proteção permanentes ou móveis totalmente ativos (para uma incidência normal à superfície);

g_{⊥TP} - fator solar global do vão com todos os dispositivos de proteção permanentes totalmente ativos (para uma incidência normal à superfície);

ITE50 - Coeficientes de Transmissão Térmica de Elementos da Envolvente dos Edifícios (Publicação do LNEC);

IteCons - Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção;

LNA - Local Não Aquecido;

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil;

LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia;

M_i - duração da estação de aquecimento;

M_v - duração da estação de arrefecimento;

n50 - valor obtido através de ensaios de pressurização, de acordo com a norma EN 13829, para caracterização de permeabilidade ao ar da envolvente;

Nic - necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento do edifício;

N_{vc} - necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento do edifício;

N_t - valor limite regulamentar das necessidades anuais de energia;

N_{tc} - necessidades anuais primárias do edifício;

NUTS III - nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos do nível III, que serve de base ao zonamento climático do país;

R - Resistência Térmica [$(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$];

R_{si} - Resistência térmica superficial interior [$(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$];

R_{se} - Resistência térmica superficial exterior [$(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$];

R_{ar} - Resistência térmica superficial dum espaço de ar [$(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{W}$];

RECS - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços;

REH - Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação;

RJUE – Regulamento Jurídico de Urbanização e Edificação;

R_{Nt} - rácio de classe energética;

R_{ph} - Taxa de renovação de ar;

R_{ph,i} - Taxa de renovação de ar na situação de inverno;

R_{ph,v} - Taxa de renovação de ar na situação de verão;

SCE - Sistema de Certificação Energética de Edifícios;

U - Coeficiente de transmissão térmica superficial [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];

U^{asc} - Coeficiente de transmissão térmica superficial fluxo ascendente [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];

U^{desc} - Coeficiente de transmissão térmica superficial fluxo descendente [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];

U_{ina} - Coeficiente de transmissão térmica superficial de um elemento em contato com um espaço não aquecido [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];

U_{máx} - Coeficiente de transmissão térmica superficial de referência;

U_{ref} - Coeficiente de transmissão térmica superficial máximos admissíveis;

U_w - Coeficiente de transmissão térmica de um envidraçado vertical [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];

U_{wdn} - Coeficiente de transmissão térmica médio dia-noite de um envidraçado vertical [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];

U_{wh} - Coeficiente de transmissão térmica de um envidraçado horizontal [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$];

XPS - Poliestireno expandido extrudido;

Θ_{ext,i} - Temperatura média exterior correspondendo à estação convencial de aquecimento;

Θ_{ext,v} - Temperatura média exterior correspondendo à estação convencial de arrefecimento;

λ - Coeficiente de Condutibilidade Térmica [$\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$].

III. Glossário

Solar Keymark - marca europeia criada para certificar produtos solares térmicos, de grande qualidade, ao nível da Europa, permitindo facilitar as trocas comerciais e promovendo o uso de produtos de melhor qualidade;

XML - (eXtended Markup Language) – linguagem de marcação para a criação de documentos com dados organizacionais hierarquicamente, tais como textos, banco de dados ou desenhos vetoriais. É classificada como extensível porque permite definir elementos de marcação.

IV. Desenvolvimento do estágio

1. Legislação

Para realizar o estágio no âmbito da Certificação Energética foi, numa fase inicial, assim como ao longo de todo o período de estágio, necessário estudar e analisar a legislação que rege o Sistema de Certificação Energética, tendo sempre em atenção as várias alterações à legislação. Dentro de todas as alterações à legislação, durante os últimos quatro anos, referir a Portaria n.º379-A/2015, que veio, para além de outros, implementar os novos coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis para os distintos elementos da envolvente exterior dos edifícios, sendo os mesmo iguais aos valores de referência para cada zona climática, obrigando assim, para edifícios novos, à implementação de bons isolamentos térmicos.

De seguida apresenta-se a generalidade dos decretos-lei e portarias, normas ou despachos em vigor na zona continental de Portugal, relativos à certificação energética, com uma breve apresentação dos mesmos. Excluíram-se da listagem as declarações de retificação e os decretos legislativos regionais. A informação apresentada foi retirada na íntegra da plataforma da ADENE, mantendo portanto as descrições constantes em cada um dos pontos apresentados.

- **Decreto-Lei n.º 28/2016. D.R. n.º 119, Série I de 2016-06-23**

Procede à quarta alteração ao Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, relativo à melhoria do desempenho energético dos edifícios, e que transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010.

- **Despacho (extrato) n.º 6470/2016. D.R. n.º 95, Série II de 2016-05-17**

Definição dos requisitos associados à elaboração dos planos de racionalização energética.

- **Despacho (extrato) n.º 6469/2016. D.R. n.º 95, Série II de 2016-05-17**

Aferição da evolução do desempenho energético dos edifícios dos modelos associados aos diferentes tipos de pré-certificados (PCE) e certificados (CE) do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE).

- **Portaria n.º 39/2016. D.R. n.º 46, Série I de 2016-03-07**

Procede à segunda alteração do Anexo IV da Portaria n.º 349-A/2013, de 29 de novembro, que determina as competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), regulamenta as atividades dos técnicos do SCE, estabelece as categorias de edifícios, para efeitos de certificação energética, bem como os tipos de pré-certificados e certificados SCE e responsabilidade pela sua emissão, fixa as taxas de registo no SCE e

estabelece os critérios de verificação de qualidade dos processos de certificação do SCE, bem como os elementos que deverão constar do relatório e da anotação no registo individual do Perito Qualificado (PQ).

- **Despacho n.º 3156/2016. D.R. n.º 42, Série II de 2016-03-01**

Substituição do programa de cálculo de determinação da energia produzida pelos sistemas solares térmicos e dos sistemas solares fotovoltaicos, no âmbito do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, assim como a substituição da entidade responsável do programa.

- **Portaria n.º 17-A/2016. D.R. n.º 24, Série I de 2016-02-04**

Primeira alteração à Portaria n.º 349-D/2013, de 2 de dezembro, que estabelece os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos, dos edifícios sujeitos a intervenção e dos edifícios existentes.

- **Despacho n.º 14985/2015. D.R. n.º 246, Série II de 2015-12-17**

Procede à publicação da metodologia a usar para determinar os valores (Qusable) e do Seasonal Performance Factor (SPF) utilizados na metodologia de cálculo da contribuição da energia renovável obtida a partir de bombas de calor.

- **Decreto-Lei n.º 251/2015. D.R. n.º 231, Série I de 2015-11-25**

Procede à terceira alteração ao Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, que aprovou o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

- **Portaria n.º 405/2015. D.R. n.º 228, Série I de 2015-11-20**

Procede à primeira alteração da Portaria n.º 349-C/2013, de 2 de dezembro, que estabelece os elementos que deverão constar dos procedimentos de licenciamento ou de comunicação prévia de operações urbanísticas de edificação, bem como de autorização de utilização.

- **Portaria n.º 379-A/2015. D.R. n.º 207, Série I de 2015-10-22**

Procede à primeira alteração da Portaria n.º 349 -B/2013, de 29 de novembro, que define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré - certificados e certificados SCE, bem como os requisitos de comportamento técnico e de eficiência de sistemas térmicos dos edifícios novos e sujeitos a intervenção.

- **Decreto-Lei n.º 194/2015. D.R. n.º 179, Série I de 2015-09-14**

Procede à segunda alteração ao Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de agosto, relativo ao desempenho energético dos edifícios, e à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 53/2014, de 8 de abril, que estabelece um regime excecional e temporário aplicável à reabilitação de edifícios ou

de frações, cuja construção tenha sido concluída há pelo menos 30 anos ou localizados em áreas de reabilitação urbana, sempre que se destinem a ser afetos total ou predominantemente ao uso habitacional.

- **Despacho nº 8892/2015. D.R. n.º 155, Série II de 2015-08-11**

Define a metodologia de classificação a adotar para os ascensores, tapetes rolantes e escadas mecânicas a instalar em edifícios de comércio e serviços por forma a aferir o cumprimento dos requisitos mínimos de eficiência energética indicados na Tabela I.31 “Requisitos mínimos de eficiência dos ascensores, segundo a norma VDI 4707” desse anexo.

- **Despacho nº 7113/2015. D.R. n.º 124, Série II de 2015-06-29**

Procede à publicação dos critérios de seleção da verificação da qualidade dos processos e metodologias de verificação da qualidade dos processos de certificação efetuados pelos técnicos do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), em particular os Peritos Qualificados.

- **Decreto-Lei nº 68-A/2015. D.R. n.º 84, Série I de 2015-04-30**

Estabelece disposições em matéria de eficiência energética e cogeração, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 2012/27/EU, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de outubro de 2012, relativa à Eficiência Energética, procedendo igualmente à primeira alteração ao Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto, que aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e transpõe a Diretiva nº 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

- **Portaria n.º 115/2015. D.R. n.º 80, Série I de 2015-04-24**

Primeira alteração à Portaria n.º 349-A/2013, de 29 de novembro que determina as competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), regulamenta as atividades dos técnicos do SCE, estabelece as categorias de edifícios, para efeitos de certificação energética, bem como os tipos de pré-certificados e certificados SCE e responsabilidade pela sua emissão, fixa as taxas de registo no SCE e estabelece os critérios de verificação de qualidade dos processos de certificação do SCE, bem como os elementos que deverão constar do relatório e da anotação no registo individual do Perito Qualificado (PQ).

- **Portaria n.º 66/2014. D.R. n.º 50, Série I de 2014-03-12**

Define o sistema de avaliação dos técnicos do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) e aprova as adaptações ao regime jurídico de certificação para acesso e exercício da atividade de formação profissional, aprovado pela Portaria n.º 851/2010, de 6 de setembro.

- **Despacho (extrato) n.º 15793-L/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03**

Procede à publicação da metodologia de apuramento da viabilidade económica da utilização ou adoção de determinada medida de eficiência energética, prevista no âmbito de um plano de racionalização energética.

- **Despacho (extrato) n.º 15793-K/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03**

Publicação dos parâmetros térmicos para o cálculo dos valores que integram o presente despacho.

- **Despacho (extrato) n.º 15793-J/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03**

Procede à publicação das regras de determinação da classe energética.

- **Despacho (extrato) n.º 15793-I/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03**

Estabelece as metodologias de cálculo para determinar as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento ambiente, as necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias (AQS) e as necessidades nominais anuais globais de energia primária.

- **Despacho (extrato) n.º 15793-H/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03**

Estabelece as regras de quantificação e contabilização do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia de fontes de energia renováveis, de acordo com o tipo de sistema.

- **Despacho (extrato) n.º 15793-G/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03**

Procede à publicação dos elementos mínimos a incluir no procedimento de ensaio e receção das instalações e dos elementos mínimos a incluir no plano de manutenção (PM) e respetiva terminologia.

- **Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03**

Procede à publicação dos parâmetros para o zonamento climático e respetivos dados.

- **Despacho (extrato) n.º 15793-E/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03**

Estabelece as regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como existentes.

- **Despacho (extrato) n.º 15793-D/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03**

Estabelece os fatores de conversão entre energia útil e energia primária a utilizar na determinação das necessidades nominais anuais de energia primária.

- **Despacho (extrato) n.º 15793-C/2013. D.R. n.º 234, 3.º Suplemento, Série II de 2013-12-03**

Procede à publicação dos modelos associados aos diferentes tipos de pré-certificado e certificado do sistema de certificação energética (SCE) a emitir para os edifícios novos, sujeitos a grande intervenção e existentes.

- **Portaria n.º 353-A/2013. D.R. n.º 235, Suplemento, Série I de 2013-12-04**

Estabelece os valores mínimos de caudal de ar novo por espaço, bem como os limiares de proteção e as condições de referência para os poluentes do ar interior dos edifícios de comércio e serviços novos, sujeitos a grande intervenção e existentes e a respetiva metodologia de avaliação.

- **Portaria n.º 349-D/2013. D.R. n.º 233, 2.º Suplemento, Série I de 2013-12-02**

Estabelece os requisitos de conceção relativos à qualidade térmica da envolvente e à eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos, dos edifícios sujeitos a grande intervenção e dos edifícios existentes.

- **Portaria n.º 349-C/2013. D.R. n.º 233, 2.º Suplemento, Série I de 2013-12-02**

Estabelece os elementos que deverão constar dos procedimentos de licenciamento ou de comunicação prévia de operações urbanísticas de edificação, bem como de autorização de utilização.

- **Portaria n.º 349-B/2013. D.R. n.º 232, Suplemento, Série I de 2013-11-29**

Define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e certificados SCE, bem como os requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção.

- **Portaria n.º 349-A/2013. D.R. n.º 232, Suplemento, Série I de 2013-11-29**

Determina as competências da entidade gestora do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), regulamenta as atividades dos técnicos do SCE, estabelece as categorias de

edifícios, para efeitos de certificação energética, bem como os tipos de pré-certificados e certificados SCE e responsabilidade pela sua emissão, fixa as taxas de registo no SCE e estabelece os critérios de verificação de qualidade dos processos de certificação do SCE, bem como os elementos que deverão constar do relatório e da anotação no registo individual do Perito Qualificado (PQ).

- **Lei n.º 58/2013. D.R. n.º 159, Série I de 2013-08-20**

Aprova os requisitos de acesso e de exercício da atividade de perito qualificado para a certificação energética e de técnico de instalação e manutenção de edifícios e sistemas, conformando-o com a disciplina da Lei n.º 9/2009, de 4 de março, que transpõe a Diretiva n.º 2005/36/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 7 de setembro de 2005, relativa ao reconhecimento das qualificações profissionais.

- **Decreto-Lei n.º 118/2013. D.R. n.º 159, Série I de 2013-08-20**

Aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços, e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios.

2. Âmbito de aplicação do SCE

Nem todos os edifícios são abrangidos pela obrigatoriedade de um certificado ou pré-certificado, e nem todos são abrangidos do mesmo modo.

No Artigo 3.º, da SECÇÃO I, do CAPÍTULO II - Sistema de Certificação Energética dos Edifícios do Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 68-A/2015 de 30 de abril, Decreto-lei n.º 194/2015 de 14 de setembro, Decreto-Lei n.º 251/2015 de 25 de novembro, Decreto Legislativo Regional n.º 1/2016/M de 14 de janeiro e pelo Decreto-Lei n.º 28/2016 de 23 de junho, são apresentados os casos abrangidos e os casos não abrangidos pelo Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, tal como se transcreve nos pontos seguintes.

2.1. “Âmbito de aplicação positivo

1 - São abrangidos pelo SCE, sem prejuízo de isenção de controlo prévio nos termos do RJUE, os edifícios ou frações, novos ou sujeitos a grande intervenção, nos termos do REH e RECS.

2 - Quando, porém, uma fração no sentido da alínea ee) do artigo 2.º, já edificada, não esteja constituída como fração autónoma de acordo com um título constitutivo de propriedade horizontal, só é abrangida pelo SCE a partir do momento em que seja dada em locação.

3 - São também abrangidos pelo SCE os edifícios ou frações existentes de comércio e serviços:

a) Com área interior útil de pavimento igual ou superior a 1000 m², ou 500 m² no caso de centros comerciais, hipermercados, supermercados e piscinas cobertas; ou

b) Que sejam propriedade de uma entidade pública e tenham área interior útil de pavimento ocupada por uma entidade pública e frequentemente visitada pelo público superior a 500 m² ou, a partir de 1 de julho de 2015, superior a 250 m²;

4 - São ainda abrangidos pelo SCE todos os edifícios ou frações existentes a partir do momento da sua venda, dação em cumprimento ou locação posterior à entrada em vigor do presente diploma, salvo nos casos de:

a) Venda ou dação em cumprimento a comproprietário, a locatário, em processo executivo, a entidade expropriante ou para demolição total confirmada pela entidade licenciadora competente;

b) Locação do lugar de residência habitual do senhorio por prazo inferior a quatro meses;

c) Locação a quem seja já locatário da coisa locada.”

2.2. “Estão excluídos do SCE:

a) As instalações industriais, pecuárias ou agrícolas não residenciais com necessidades reduzidas de energia ou não residenciais utilizadas por sector abrangido por acordo sectorial nacional sobre desempenho energético;

b) Os edifícios utilizados como locais de culto ou para atividades religiosas;

c) Os edifícios ou frações exclusivamente destinados a armazéns, estacionamento não climatizados e oficinas;

d) Os armazéns em que a presença humana não seja significativa, não ocorrendo por mais de 2 horas/dia ou não representando uma ocupação superior a 0,025 pessoas/m²;

e) Os edifícios unifamiliares na medida em que constituam edifícios autónomos com área útil igual ou inferior a 50 m²;

f) Os edifícios de comércio e serviços devolutos, até à sua venda ou locação depois da entrada em vigor do presente diploma;

g) Os edifícios em ruínas;

h) [Revogada];

i) [Revogada];

j) As infraestruturas militares e os edifícios afetos aos sistemas de informações ou a forças e serviços de segurança que se encontrem sujeitos a regras de controlo e de confidencialidade;

k) Os edifícios de comércio e serviços inseridos em instalações sujeitas ao regime aprovado pelo Decreto-Lei n.º 71/2008, de 15 de abril, alterado pela Lei n.º 7/2013, de 22 de janeiro.”

3. Tipos de certificados energéticos

Consequência da legislação atrás mencionada, pode-se referir que existem dois tipos principais de certificados. São eles os certificados energéticos e os pré-certificados. Na figura seguinte estão apresentados os tipos de certificado, o contexto e a definição do enquadramento, na ordem referida.

Ao longo da realização do estágio curricular foram realizados inúmeros certificados energéticos para edifícios habitacionais existentes anteriores ao Decreto-Lei 79/2006 ou Decreto-Lei 80/2006, conforme aplicável, e ainda pré-certificados de edifícios novos, em fase de projeto, sendo estas as situações mais frequentes durante o decurso do estágio.

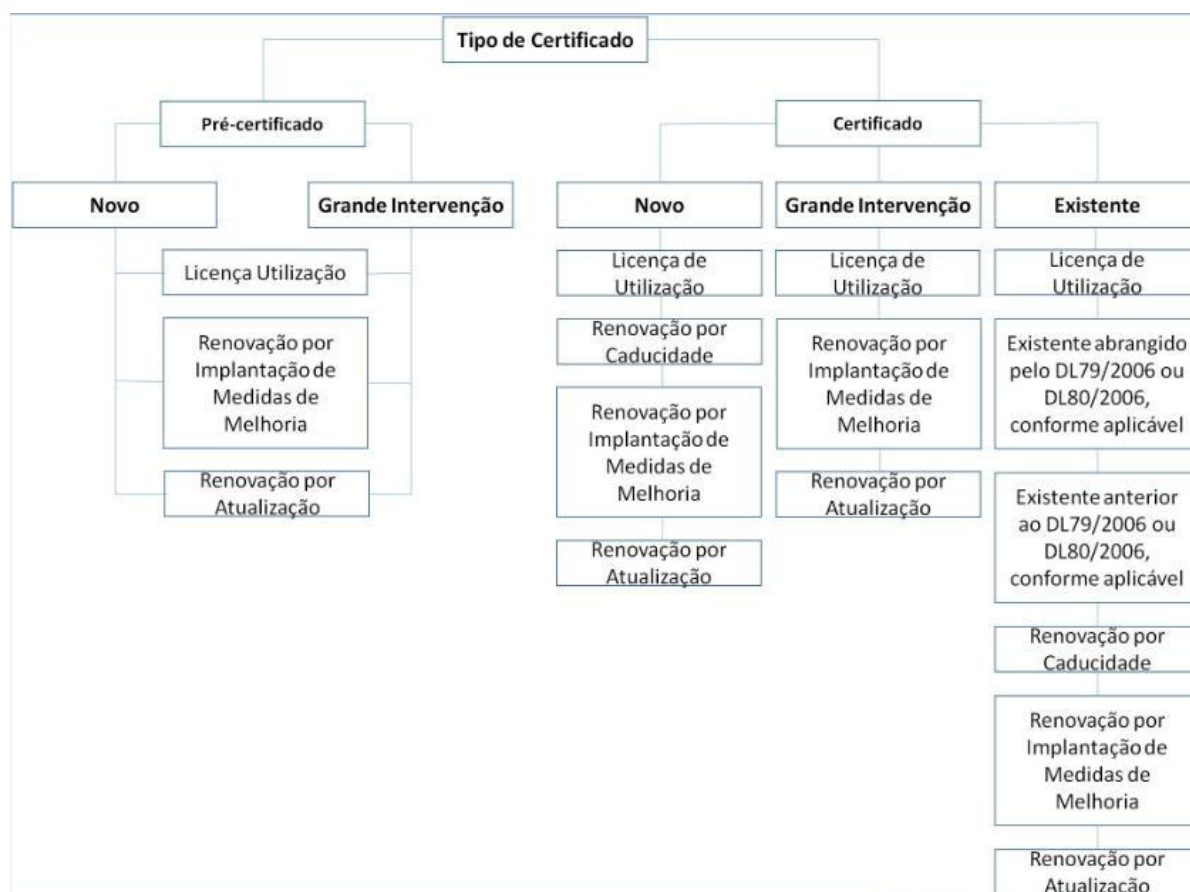


Figura 1 – Tipos de certificados, contexto e enquadramento dos mesmos.

Referir apenas, de momento, que num edifício existente a definição das envolventes e dos sistemas existentes nesse mesmo edifício é de dificuldade acrescida em relação a edifícios novos. Este facto deve-se à inexistência de conhecimentos sobre a constituição das envolventes e de fichas técnicas de materiais e sistemas. Como tal, existe na legislação um despacho, o Despacho 15793-E/2013, que permite aplicar simplificações para o cálculo do certificado energético. A ADENE permite através de uma publicação do LNEC aplicar valores de coeficientes de transmissão térmica por defeito, para o caso das envolventes.

4. Processo de Certificação

4.1. Documentos necessários

Para efeitos de certificação energética, existe um grande número de documentos que deverão ser fornecidos ao perito qualificado, de forma a melhor informar o mesmo sobre o imóvel em análise. Os documentos referidos são os seguintes:

Obrigatórios:

- Caderneta Predial
- Certidão do registo predial

Facultativos

- Projeto ou plantas de arquitetura
- Projeto de comportamento térmico
- Projeto de especialidades (estruturas, águas, sistemas técnicos, etc.)
- Ficha técnica da habitação
- Especificações técnicas dos materiais e/ou sistemas construtivos utilizados
- Ficha técnica dos equipamentos instalados (climatização, águas quentes sanitárias, solar, etc.)
- Registo de manutenção dos equipamentos instalados.

Os documentos referidos, apenas os dois primeiros são de carácter obrigatório, sendo que a generalidade dos restantes documentos, ao serem fornecidos, permitem obter informações importantes ao processo de certificação.

Para efeitos de certificação energética é ainda fundamental obter os dados do proprietário, tais como nome completo, residência atual, contatos de correio eletrónico e telefone, e o número de identificação fiscal.

Para o caso de pré-certificados, ou certificados para edifícios novos ou grandes intervenções, interessa ainda obter dados tais como, numero do processo municipal, dados relativos ao engenheiro projetista, tais como nome, ordem à qual pertence e o seu numero relativo à referida ordem, e para o caso dos edifícios novos ou sujeitos a grande intervenção, interessa obter ainda os mesmos dados que do engenheiro projetista, mas para o caso do diretor técnico da obra.

Estes dados deverão ser pedidos aos respetivos proprietários, ou seus representantes, aquando da realização da visita obrigatória ao imóvel, ou no caso do pré-certificado, aquando do pedido do início do processo por parte do requerente.

4.2. Levantamento dimensional

Durante a visita obrigatória ao edifício existem informações e dados importantes para serem analisados e anotados para que com a visita seja possível a realização de todo o processo de certificação. Durante a visita deverão ser recolhidas, fundamentalmente, informações relativas às envolventes (paredes, pavimentos, coberturas, envidraçados...) e aos equipamentos existentes no edifício (aquecimento e arrefecimento ambiente, preparação de AQS e de ventilação, sistemas solares térmicos...), entre outros dados de interesse para o processo de certificação.

No caso do levantamento dimensional das envolventes, este deve corresponder à realidade, devendo as medições ser efetuadas pelo interior do edifício, utilizando ou não as simplificações permitidas pelo ponto 1 do Despacho 15793-E/2013. É igualmente necessário determinar as camadas que constituem cada elemento da envolvente, assim como as respetivas espessuras, as características de isolamento térmico, permitindo deste modo um cálculo mais aproximado à realidade existente. Não sendo possível, deve ser determinada a espessura total média dos elementos verticais e horizontais, o tipo de material que constitui esse elemento, de modo a permitir obter os valores por defeito relativos à envolvente, determinados através da publicação do LNEC – Coeficientes de transmissão térmica de elementos opacos da envolvente dos edifícios. A publicação referida, apresenta valores teóricos para uma dada época de construção, e consoante a espessura do elemento, não permitindo, portanto, valores rigorosos.

Na análise dos equipamentos existentes no edifício, importa obter fundamentalmente as características técnicas dos mesmos, sendo as mais relevantes o rendimento e a potência de funcionamento, ou a produção de energia no caso de equipamentos térmicos com funcionamento a energias renováveis. Os dados dos equipamentos podem ser obtidos através de catálogos, etiquetas técnicas existentes nos equipamentos, informações do instalador, entre outros. Não sendo possível determinar esses dados, pelo Despacho nº 15793-E/2013, é possível obter valores por defeito, tendo em conta a idade de instalação do sistema, o tipo de energia que utiliza e a existência ou não de isolamento das redes.

Durante a visita obrigatória é realizada uma recolha fotográfica de equipamentos, envolventes, fachadas entre outros. A recolha fotográfica tem como objetivo principal a realização de um relatório de peritagem, e de certa forma comprovar as opções consideradas no cálculo do comportamento térmico do imóvel. A recolha fotográfica só é realizada com autorização do proprietário ou seu representante. Para a emissão do certificado, apenas é obrigatório obter uma fotografia da fachada principal, para ser introduzida na emissão do certificado energético.

No **Anexo I**, encontra-se um levantamento dimensional e das características do imóvel, representativo e demonstrativo do trabalho realizado aquando da visita ao imóvel.

No processo de certificação energética, é ainda obrigatório a apresentação de uma declaração de visita, assinada pela pessoa responsável por apresentar o imóvel e pelo perito qualificado, de modo a se comprovar que a mesma se realizou, devendo o proprietário ou seu representante ficar com uma cópia. No **Anexo II**, encontra-se a declaração de visita tipo, a subscrever no ato de visita.

4.2.1.Dificuldades sentidas

Durante o processo de certificação existiram dificuldades que dificultaram e limitaram o estudo/análise dos imóveis a certificar. As dificuldades sentidas estão maioritariamente relacionadas com a fase de visita obrigatória aos imóveis. Para além de outras dificuldades que foram ou vão ser referidas ao longo do presente relatório de estágio, que na sua generalidade encontram resolução nas simplificações previstas no Despacho 15793-E/2013, existem, no entanto, outras dificuldades sentidas ao longo da realização do estágio, de dificuldade acrescida e de não tão fácil resolução. As dificuldades que surgiram com maior assiduidade estão referenciadas nos pontos seguintes:

- Dificuldades de acessos – Na generalidade dos imóveis a certificar não é por vezes possível aceder a todos os espaços em contato com as zonas a certificar, caso por exemplo dos desvãos de cobertura, edifícios adjacentes ou arrumos e garagens;
- “Envio de chaves” – No caso de visitas em que não existe a possibilidade do proprietário ou de algum representante estar presente na visita obrigatória ao imóvel, a visita realiza-se mediante o “envio de chaves”. Esta situação dificulta a obtenção de informações técnicas sobre o imóvel. Surgiram também situações em que as fechaduras não se encontravam em bom estado de conservação e utilização, bem como as chaves não corresponderem ao imóvel a visitar. Estas situações obrigavam em geral, a uma segunda visita ao imóvel, por parte do perito;
- Localização do edifício – Finalmente, um dos problemas mais frequentes na certificação energética, prende-se com a localização dos edifícios, mais concretamente a falta de informação, informação desatualizada, ou informação deficiente da localização do imóvel por parte dos requerentes e/ou dos documentos fornecidos pelos mesmos, obrigando a um dispêndio adicional de tempo.

4.3. Tratamento dos dados recolhidos

Após o levantamento *in situ*, os dados são filtrados e tratados de modo a iniciar o processo de certificação. O tratamento dos dados, efetuado ao longo de um processo de certificação, foi realizado seguindo os métodos e as metodologias da empresa na qual se realizou o estágio.

Como primeiro passo no processo é criada uma pasta, quer em formato digital quer em formato papel, com o intuito de facilitar o processo de certificação, e para posteriormente, manter em registo confidencial, por um período mínimo de 6 anos, previstos para efeitos de eventual verificação em contexto de fiscalização do trabalho do perito qualificado pela entidade responsável no SCE. No **Anexo III** do presente relatório de estágio, encontra-se a capa (formato papel) utilizada na generalidade dos processos de certificação com a explicação do modo de preenchimento.

O tratamento de dados propriamente dito, começa por tratar o levantamento dimensional realizado em obra, procedendo-se ao desenho das plantas, com apoio de uma ferramenta de desenho assistido por computador ou esquemático. Nas plantas construídas são descritas e enumeradas as divisões do imóvel, são descritos os locais em contato com o mesmo e faz-se a numeração dos vãos envidraçados. Na planta é ainda colocada uma referência de escala e a orientação das fachadas do imóvel em análise, através de uma rosa dos ventos. A orientação do edifício é obtida geralmente com apoio em programas/aplicações tais como o Google Earth e Bing Maps. A planta final do imóvel a incorporar no relatório anexo ao processo de certificação apresenta para além do enumerado anteriormente, a definição das envolventes. As envolventes são definidas utilizando as cores e tramas apresentadas na figura 2.







Envolvente exterior ^a	
Envolvente interior com requisitos de exterior ^a	
Envolvente interior com requisitos de interior ^a	
Envolvente sem requisitos ^a	
Em planta identificar pavimento (com a respectiva cor) ^a	
Em planta identificar cobertura (com a respectiva cor) ^a	

Figura 2 - Definição das envolventes de um edifício.

De modo a facilitar o tratamento de dados e execução de cálculos são executadas diversas plantas de apoio. Uma dessas plantas é construída de modo a permitir determinar as áreas das várias divisões. Uma segunda planta é construída de modo a permitir obter as áreas das paredes exteriores e interiores, através da obtenção dos comprimentos.

Na figura 3 está representado um piso, com as diferentes fases de análise para determinação dos diversos valores já referidos. No **Anexo IV**, é igualmente possível visualizar um exemplo das plantas representativas dos diversos pisos de um edifício.

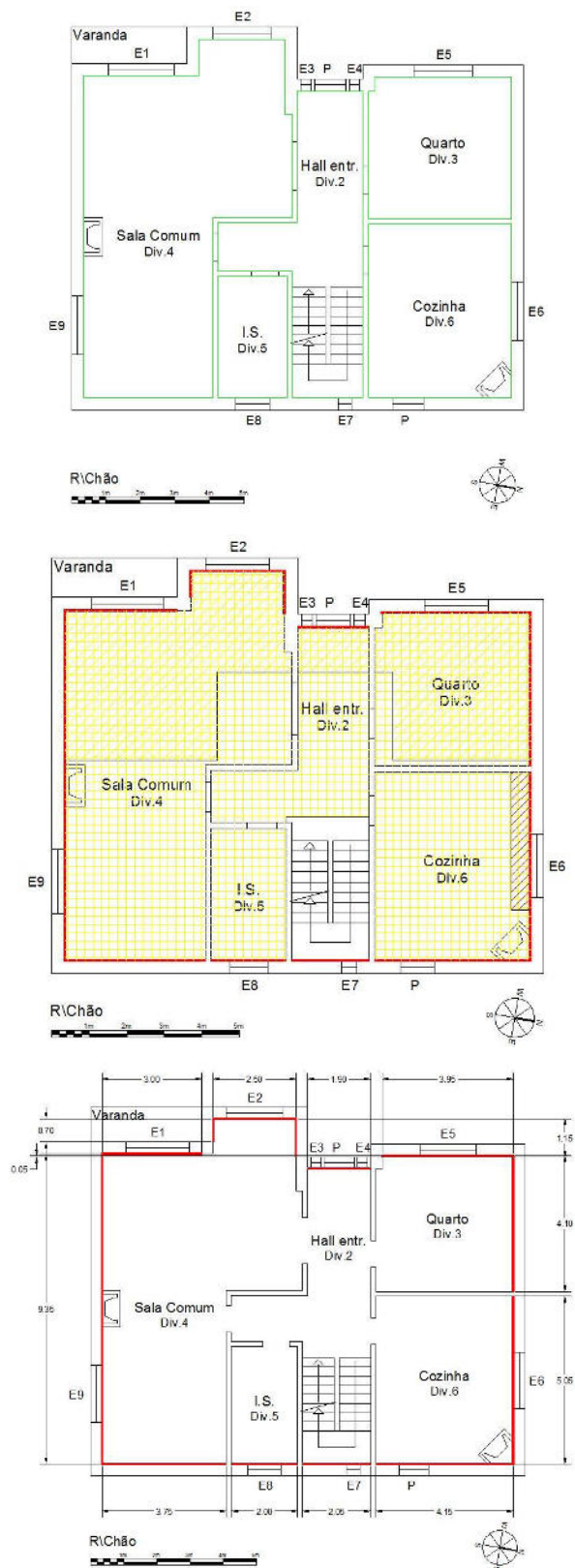


Figura 3 – Exemplo de plantas realizadas no âmbito do processo de certificação.

Após a execução das plantas já mencionadas, são realizados os cálculos auxiliares para posterior preenchimento das folhas de cálculo. Os cálculos auxiliares baseiam-se na construção de tabelas para apoio, no cálculo das áreas parciais e totais de pavimentos, coberturas, paredes e envidraçados. São ainda determinados, caso necessário, volumes e o pé-direito médio do edifício. Nestes cálculos auxiliares são ainda determinados, ou retirados das tabelas, coeficientes de transmissão térmica, fatores solares, entre outros. No **Anexo V** apresentam-se os cálculos auxiliares relativos à fração em análise, para efeitos do presente relatório.

Concluídos os cálculos auxiliares é preenchida a folha de cálculo para a ventilação facultada pelo LNEC. E da folha de cálculo relativa à avaliação do desempenho energético do imóvel, facultada pelo IteCons. As referidas folhas de cálculo sofreram várias alterações e/ou atualizações ao longo do estágio, implementadas pela entidade responsável pelo desenvolvimento das referidas folhas, ou por alguma alteração na legislação em vigor. Atualmente, para quantificação do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renováveis, foi desenvolvida pela Direção-Geral de Energia e Geologia, uma folha de cálculo. No **Anexo VI**, no **Anexo VII** e no **Anexo VIII** apresentam-se, respetivamente as folhas de cálculo para a ventilação, para a avaliação do desempenho energético do imóvel, e quantificação do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renováveis.

O processo de certificação prevê a definição de medidas de melhoria que visem otimizar o desempenho energético, aumentar o conforto térmico e promover a salubridade dos espaços que constituem o imóvel em estudo. Os cálculos relativos às medidas de melhoria podem ser realizados nas folhas de cálculo já referidas, estando no **Anexo IX**, apresentado um estudo de possíveis medidas de melhoria.

O modo de utilização e preenchimento destas folhas de cálculo será explicitado mais à frente no presente relatório, sendo que para o caso das energias renováveis será feita apenas referência aos sistemas solares térmicos (para AQS), uma vez que ao longo do estágio, apenas essa funcionalidade foi utilizada.

Ainda relativamente ao processo de certificação energética é necessário a criação de descritivos relativos ao imóvel e fração em análise, às respetivas envolventes (tipos de paredes, pavimento, coberturas e envidraçados), ao processo de ventilação, sistemas de aquecimento e arrefecimento ambiente, e de preparação de AQS. Aos elementos anteriores deverá adicionar-se a descrição das medidas de melhoria propostas (caso existam). Estes descritivos são posteriormente colocados na folha de cálculo do IteCons e irão aparecer no certificado final a entregar ao requerente. Por fim é necessária a realização de um relatório de peritagem, que tem por base um modelo fornecido pela ADENE, documento esse que fornece o texto-tipo a utilizar, dados necessários, pontos a preencher e como preencher, entre outros. Segue no **Anexo X** o relatório de peritagem do edifício analisado para efeitos do presente relatório.

Neste ponto o processo de certificação está concluído, sendo apenas necessário criar documentos em PDF relativos às folhas de cálculo e relatório de peritagem, criar imagens relativas às plantas e à fachada principal do edifício/fração (no caso de frações inseridas em edifício com diversas frações, a fração em estudo deverá aparecer delimitada a vermelho). Por fim todos os ficheiros obtidos deverão ser colocados na plataforma da ADENE. Parte dos dados são colocados na ADENE, através de um ficheiro em formato XML, gerado na plataforma Flor de Utopia, através dos dados inseridos na folha de cálculo do IteCons.

No **Anexo XI**, segue um certificado energético, retirado da pagina da ADENE, onde é possível observar o resultado final e o modo de apresentação, de toda a informação recolhida e posteriormente processada.

Existem outras ferramentas de cálculo, desenvolvidas por outras entidades, que permitem a execução de certificados e pré-certificados energéticos, no entanto, apenas se apresentam as folhas referidas, visto que estas foram as utilizadas ao longo do estágio.

5. Metodologia de cálculo e classe energética

A determinação da classe de eficiência energética de um edifício ou fração, é feita com base numa comparação do comportamento do edifício em estudo, com um edifício idêntico de referência, impondo ainda, parâmetros limite regulamentares. Estes parâmetros de referência a impor são relativos aos coeficientes de transmissão da envolvente, das eficiências dos sistemas de aquecimento, arrefecimento ambiente, e preparação de AQS, bem como das condições de referência (ausência de energia para ventilação mecânica e da contribuição de fontes de energia renováveis, entre outros).

A Portaria n.º 349-B/2013 de 29 de novembro, com as alterações implementadas pela Portaria n.º 319/2016 de 15 de dezembro, define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e certificados SCE, bem como os requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção. Para o caso de edifícios existentes ou sujeitos a grande intervenção previstos nos artigos 28º e 30º do Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo, estes estão ou não afetos, e de diferentes modos, consoantes o enquadramento dos certificados, a época de construção e a legislação existente nessa época.

A classe energética mínima regulamentar para edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção encontra-se definida na Portaria n.º 349-C de 2 de dezembro de 2013, com as alterações impostas pela Portaria n.º 405 de 20 de novembro de 2015.

Os valores regulamentares de referência ou máximos relativos a um edifício em estudo, estão dependentes da zona climática onde este se insere, sendo os valores máximos e de referência mais ou menos limitantes consoante se trate de uma zona climática mais ou menos

“agressiva” quer para estação de aquecimento ou de arrefecimento. Outros dos pontos que vão influenciar os valores de referência e máximos estão relacionados com a classe de inércia térmica do edifício.

A Portaria n.º 349-C de 2 de dezembro de 2013, com as alterações impostas pela Portaria n.º 405 de 20 de novembro de 2015, apresenta ainda valores mínimos de classe energética e eficiência energética para os equipamentos de aquecimento e arrefecimento ambiente, e de preparação de AQS, assim como valores mínimos de isolamento de tubagens e acessórios desses equipamentos.

O método de classificação energética de um imóvel irá depender do tipo de utilização dada ao mesmo. A metodologia de determinação da classe energética varia caso se trate de habitação, serviços ou comércio. Uma vez que o presente relatório de estágio é relativo a edifícios habitacionais, apenas será apresentado o método de determinação da classe energética.

Para o caso de pré-certificados, e certificados SCE de edifícios de habitação, a classe energética é determinada através da relação das necessidades anuais primárias do imóvel (N_{tc}), com o valor limite regulamentar das necessidades nominais anuais de energia (N_t), calculados de acordo com o disposto no Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação.

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} \quad (1)$$

A partir da equação 1, obtém-se o valor do rácio referido anteriormente, que através da comparação com a escala de classificação, permite-nos saber a classe energética do edifício. A escala de classificação energética dos edifícios ou frações autónomas de edifícios é composta por 8 classes, correspondendo a cada classe um intervalo de valores de R_{Nt} , de acordo com a tabela apresentada de seguida, arredondados a duas casas decimais.

Quadro 1 – Escala da Classificação Energética, através do valor de R_{Nt}

A ⁺	$R_{Nt} \leq 0,25$
A	$0,26 \leq R_{Nt} \leq 0,50$
B	$0,51 \leq R_{Nt} \leq 0,75$
B ⁻	$0,76 \leq R_{Nt} \leq 1,00$
C	$1,01 \leq R_{Nt} \leq 1,50$
D	$1,51 \leq R_{Nt} \leq 2,00$
E	$2,01 \leq R_{Nt} \leq 2,50$
F	$R_{Nt} \geq 2,51$

6. Cálculo dos parâmetros térmicos e preenchimento das folhas de cálculo

Segundo o Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo, o coeficiente de transmissão térmica (U) é a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária desse elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que o elemento separa. De uma forma mais simplificada o coeficiente de transmissão térmica é o coeficiente que nos permite contabilizar as perdas ou ganhos de calor por metro quadrado numa envolvente.

A resistência térmica de um material (R) corresponde à dificuldade que este oferece à passagem de calor. O coeficiente de condutibilidade térmica (λ) é uma propriedade térmica típica de um material homogêneo que é igual à quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma camada de espessura e de área unitárias desse material por unidade de diferença de temperatura entre as suas duas faces.

Para a avaliação do comportamento térmico e desempenho energético de edifícios, é fundamental conhecer os coeficientes de transmissão térmica e resistências térmicas de todas as envolventes que constituem o edifício (paredes, pavimentos, coberturas, envidraçados e vãos opacos). O modo de cálculo do comportamento térmico e desempenho energético de edifícios prevê o cálculo do coeficiente de transmissão térmica para elementos em contato com o exterior e com locais não aquecidos (LNA), e o cálculo das resistências térmicas para os casos de elementos em contato com o solo.

O modo de cálculo do valor da resistência térmica e do coeficiente de transmissão térmica, é apresentado de seguida, para as situações referidas posteriormente.

- **Resistência térmica**

A resistência térmica de um elemento corresponde ao somatório das resistências térmicas de cada camada que o constitui, adicionando as resistências térmicas superficiais. A resistência térmica de uma camada é dada pela razão entre a espessura da camada e o coeficiente de condutibilidade térmica do material que a constitui.

Os valores dos coeficientes de condutibilidade térmica, assim como o valor da resistência térmica de alguns materiais considerados nos cálculos, são obtidos tendo por base uma publicação do LNEC, a ITE50, ou versões mais recentes, tais como a ITE54. Caso existam catálogos ou outros documentos equivalentes fornecidos pelos fabricantes, que permitam igualmente obter esses valores, serão esses os utilizados, desde que tenham sido determinados através de cálculos ou ensaios laboratoriais efetuados de acordo com as normas em vigor e com base em valores declarados na Marcação CE.

As resistências superficiais de um elemento diferem de caso para caso. O valor varia para as situações em que o elemento esteja em contato direto com o exterior ou com um local não aquecido (LNA), e caso se trate dum elemento horizontal ou vertical (considera-se um elemento horizontal quando o ângulo que esse elemento faz com a horizontal varia até +/- 60°, e vertical para os restantes casos). Os valores das resistências térmicas superficiais estão indicadas no ponto 2.1 do Despacho 15793-K/2013 ou na publicação ITE50 já referida.

No documento ITE50 estão ainda descritas diversas soluções e considerações para o cálculo das resistências térmicas de um elemento, situações que se deverão ter em conta por aproximarem o estudo à realidade.

A equação 2, é a equação utilizada para o cálculo da resistência térmica de um elemento.

$$R = R_{se\ ou\ si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{si}, \text{ onde "e" é a espessura da camada em estudo.} \quad (2)$$

Para o caso dos elementos em contato com o solo a determinação das resistências térmicas da camada não prevê a contribuição de resistências térmicas superficiais.

A equação 3, é a equação utilizada para o cálculo da resistência térmica para elementos em contato com o solo.

$$R = \sum \frac{e}{\lambda}, \text{ onde "e" é a espessura da camada em estudo.} \quad (3)$$

- **Coefficiente de transmissão térmica**

O coeficiente de transmissão térmica de um elemento corresponde ao inverso da resistência térmica desse mesmo elemento.

A equação 4, é a equação utilizada para o cálculo do coeficiente de transmissão térmica apresenta-se de seguida.

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{R_{s\ ext\ ou\ ENA} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{s\ int}}, \text{ onde e é a espessura da camada em estudo.} \quad (4)$$

A determinação do coeficiente de transmissão térmica para elementos em contato com o solo, é determinado tendo em consideração diversos fatores, sendo o coeficiente, e os fatores referidos, obtidos a partir das Tabelas 03, 04, 05 e 06 do ponto 2.2 do Despacho 15793-K/2013. O coeficiente de transmissão térmica de envidraçados pode ser calculado seguindo as normas de cálculo, EN ISO 10077-1 de julho de 2000 com as revisões posteriores, e EN ISO 10077-2 de outubro de 2003 com as revisões posteriores, para janelas e portas, e EN 13947 de março de 2007 com as revisões posteriores, para fachadas-cortina. A norma refere, de uma forma resumida, que o coeficiente de transmissão térmica dos elementos referidos é determinado pela relação das áreas de cada elemento e o respetivo coeficiente de transmissão, assim como as

zonas de perdas lineares, com a área total dos elementos. Os valores poderão ser igualmente obtidos através da publicação ITE50 ou de valores fornecidos pelos fabricantes, desde que determinados através de cálculos ou ensaios laboratoriais de acordo com as normas em vigor e com base em valores declarados na Marcação CC. Caso seja previsto que os envidraçados possuam dispositivos de proteção solar ou de oclusão noturna deverá ser determinado o coeficiente de transmissão térmica dia-noite, correspondente à média dos coeficientes de transmissão térmica de um vão envidraçado com a proteção não ativa, (situação “típica” diurna), e ativa (situação “típica” noturna).

6.1. Folha de cálculo Ventilação REH e RECS

Relativamente ao comportamento térmico de um edifício existem dois pontos fulcrais que é necessário ter em consideração, são eles, o conforto térmico e a qualidade do ar interior, uma vez que estão interligados e em conflito entre si, são dois pontos fundamentais no estudo do comportamento térmico de um edifício.

Com a crescente evolução tecnológica e a alteração nos costumes da sociedade, entre outros, a carga de poluição e a redução da qualidade do ar no interior dos edifícios tem vindo a aumentar. O aumento destes fatores deve-se ao modo de utilização dos edifícios por parte dos habitantes, devido aos materiais de construção e decoração, aos produtos de limpeza e até mesmo à própria respiração. Visto isto pode-se concluir que a renovação do ar interior de um edifício, é um ponto de relevante importância na saúde dos seus utilizadores.

A renovação do ar interior dos edifícios, é resultado da entrada de ar proveniente do exterior e da consequente saída do ar interior. O ar proveniente do exterior, apresenta normalmente, temperatura diferente relativamente ao ar interior. Apresenta regra geral temperatura inferior na estação de aquecimento, e superior na estação de arrefecimento. A renovação do ar interior irá portanto ter impacto direto na temperatura interior do edifício, entrando em conflito com o conforto térmico dos seus habitantes, obrigando a uma necessidade de aumentar/reduzir a temperatura ambiente através do uso de sistemas técnicos. É fundamental, no estudo de certificação energética, analisar o contributo da ventilação no imóvel, sendo necessário determinar as renovações de ar existentes no mesmo.

As renovações de ar são determinadas por hora e apresentam valores mínimos regulamentares de renovações por hora de $0,4 \text{ h}^{-1}$ (o valor $0,4 \text{ h}^{-1}$, por exemplo, significa que numa hora, 40 % do volume de ar existente no imóvel é renovado), sendo que para a estação de arrefecimento, exclusivamente para efeitos de cálculo, considera-se um valor mínimo de $0,6 \text{ h}^{-1}$.

Para determinação das renovações de ar por hora, existe atualmente uma ferramenta de cálculo desenvolvida pelo LNEC, que permite, através da introdução de diversos dados, determinar o valor de $R_{ph,i}$ (renovações de ar por hora para a estação de aquecimento) e $R_{ph,v}$

(renovações de ar por hora para a estação de arrefecimento). A folha de cálculo tem por base o Despacho 15793-K/2013. Os dados colocados na folha de cálculo irão permitir selecionar os valores tabelados e utilizar as expressões provenientes desse mesmo despacho.

De seguida está enumerado e indicado como se definem os dados que são necessários inserir na folha de cálculo, assim como parte do funcionamento da folha de cálculo. Não são apresentadas para além do referido, as expressões, valores tabelados, pressupostos de cálculo, entre outros, uma vez que se trataria da análise/exposição do regulamento.

a. Enquadramento do edifício

Quadro 2 - Seleção do tipo de edifício.

Tipo de edifício	Habitação existente
Local (município)	Habitação novo ou grande reabi
Região	Habitação existente
Rugosidade	PES novo ou grande reabilitaçã
	PES existente

Na folha de cálculo é necessário primeiramente definir se se trata de um edifício existente ou um edifício novo/ grande reabilitação. Esta informação está relacionada com a abordagem de cálculo da folha, uma vez que para o caso de edifícios existentes ou sujeitos a grande intervenção previstos nos artigos 28º e 30º do Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo, existem simplificações passíveis de utilização, e para o caso dos edifícios novos/ grande reabilitação, existem regras e restrições a ter em consideração. Algumas das diferenças serão possíveis observar ao longo da apresentação da folha.

Numa fase inicial é igualmente necessário colocar a área e o pé-direito de forma a permitir calcular o volume de ar aproximado existente no imóvel. O valor do pé-direito e do número de pisos que constituem a fração será ainda necessário na definição da colocação das aberturas de ventilação, e ainda a altura das condutas, situações previstas no regulamento.

b. Aspetos gerais

Quadro 3 - Seleção do número de fachadas expostas.

Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	2 ou mais

O número de fachadas expostas vai ter impacto na forma como o ar irá circular dentro do edifício, assim como o modo de escoamento.

Para efeitos de cálculo considera-se que o edifício possui apenas uma fachada exposta ao exterior, se verificar simultaneamente, que a área da fachada possui mais de 70 % da área total das fachadas exteriores que constituem a fração, e que existem apenas aberturas de ventilação nessa mesma fachada, sendo que se consideram como aberturas as janelas e portas, as aberturas

de admissão de ar, entre outros similares. Nas restantes situações será considerado que o edifício possui duas ou mais fachadas.

c. Efeito da impulsão térmica

A diferença de pressão exercida na envolvente, associada à impulsão térmica, para além de outros pontos que regra geral não mudam o seu valor, está dependente da temperatura exterior média mensal do mês mais frio da estação de aquecimento. A temperatura exterior média mensal do mês mais frio é determinada segundo o Despacho 15793-F/2013, e depende da zona NUTS III em que se insere, e da altitude a que se encontra o edifício.

Na folha de cálculo existem duas células que permitem selecionar o município e colocar a altitude em que se encontra o edifício, determinando assim a temperatura média exterior necessária ao cálculo referido.

d. Efeito da ação do vento

De forma a contabilizar o efeito da ação do vento na envolvente da fração, é necessário a determinação da velocidade média do vento e o coeficiente de pressão, que varia consoante se trata de uma fachada ou de uma cobertura, tendo nesta ultima, influência a inclinação da cobertura.

A velocidade média do vento depende da região, que consequentemente depende da rugosidade do local onde se localiza o edifício. A velocidade média do vento toma o valor mínimo de 3,6 m/s.

O coeficiente de pressão é determinado em função da altura da fração e do efeito de proteção provocados pelos obstáculos confrontantes, referenciados ao eixo da fachada da fração em estudo.

De seguida estão apresentados os pressupostos e modos de seleção dos diferentes parâmetros.

- **Região**

Quadro 4 - Seleção da região.

Região	A
Rugosidade	A B

A região onde se poderá localizar um edifício está dividida entre A e B, sendo que para a definição da região são tidos em conta os seguintes pressupostos:

Região A: Todo o território nacional, com exceção dos locais pertencentes a B.

Região B: Região Autónoma da Madeira, Região Autónoma dos Açores, locais situados numa faixa de 5 km junto à costa e/ ou altitude superior a 600 m.

- **Rugosidade**

Quadro 5 - Seleção da rugosidade.

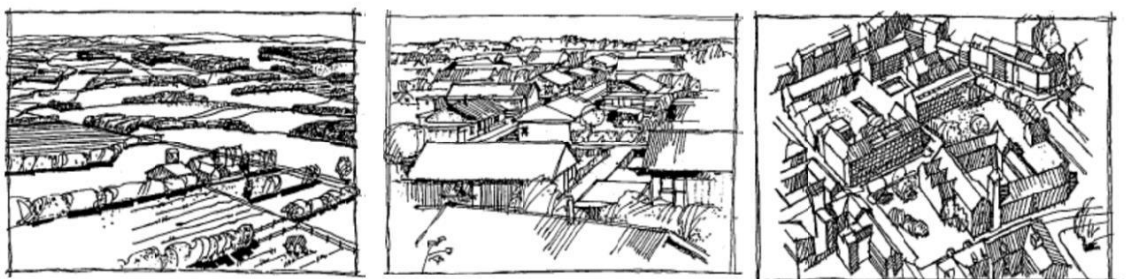
Rugosidade	I
Altitude do local (m)	II
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	III

A rugosidade do local onde se situa o edifício, está classificada por I, II e III, sendo que para a definição da rugosidade são tidos em conta os seguintes pressupostos:

Rugosidade I – Edifícios situados no interior de uma zona urbana;

Rugosidade II – Edifícios situados na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural;

Rugosidade III – Edifícios situados em zonas muito expostas, mediante a inexistência de obstáculos que atenuem o vento.



Rugosidade III

Rugosidade II

Rugosidade I

Figura 4 – Representação gráfica dos tipos de rugosidade de um local.

- **Edifício, fração e obstáculos**

Para determinar o efeito de proteção é necessário definir os dados do edifício e da obstrução, mais concretamente no que concerne a altitudes e a distâncias.

Quadro 6 - Preenchimento dados relativos a obstáculos no horizonte

Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Sim
Altura do edifício (H_{edif}) em m	
Altura da fração (H_{FA}) em m	
Altura do obstáculo situado em frente (H_{obs}) em m	
Distância ao obstáculo situado em frente (D_{obs}) em m	

H_{edif} - altura do edifício em estudo, correspondente à maior distância vertical entre o ponto do teto da fração mais elevada do edifício (nível da cobertura) e o nível do terreno, em m;

H_{FA} - altura da fração em estudo, correspondente à maior distância vertical entre o teto da fração e o nível do terreno, em m;

¹ CypeCAD – Software para engenharia e construção.

H_{obs} - altura do obstáculo/edifício situado em frente à fachada correspondente à maior distância entre o ponto mais alto da fachada (nível da cobertura) do obstáculo e o nível do terreno do edifício em estudo, em m;

D_{obs} - distância ao obstáculo, correspondente à maior distância entre a fachada do edifício em estudo e a fachada do obstáculo/edifício situado em frente, em m.

Os valores de H_{edif} , H_{FA} e H_{obs} podem ser determinados de forma simplificada através de $3 \times$ número de pisos.

A classe de proteção do edifício é determinada com base na distância aos obstáculos vizinhos, mas estes só se contabilizam caso as verificações existentes no Despacho 15793-K/2013 alínea 3 do ponto 12.4, se verifiquem. Caso estas não se verifiquem, ou caso não existam obstáculos ou informação relativa a distâncias dos mesmos considera-se o edifício em estudo como desprotegido.

Quando existe mais do que um obstáculo às fachadas do edifício em estudo, edifícios ou vegetação, nas diversas orientações para as quais o edifício apresenta aberturas, por exemplo, deve ser considerado o obstáculo mais desfavorável. Para o caso de edifícios existentes, onde se verificam renovações de ar relativamente grandes, a situação mais desfavorável verifica-se para o edifício ou conjunto de edifícios mais distante e/ou o mais baixo, uma vez que será nesta situação que o vento exercerá mais ação sobre as envolventes. No caso de edifício novos ou grandes remodelações, uma vez que estes são necessariamente mais estanques, o mais desfavorável será o edifício ou conjunto de edifícios mais próximo e/ou mais alto.

e. Permeabilidade ao ar da envolvente

A permeabilidade ao ar da envolvente está diretamente relacionada com os vãos (janelas e portas), estando o valor da contribuição dos mesmos relacionada com a classe de permeabilidade dos vãos e das caixas de estores, caso existam.

Quadro 7 - Preenchimento de dados relativos à permeabilidade ao ar da envolvente.

2. Permeabilidade ao ar da envolvente			
Foi medido valor n50	Não		
Valor n50 medido (h-1)	Sim		
Para cada Vão (janela/porta) ou grupo de vãos:	Não		
Área dos vãos (m2)			
Classe de permeabilidade ao ar caix (janelas/portas)			
Permeabilidade ao ar das caixas de estore	Sem classificação		
	1	Não tem	
	2	Perm. Baixa	
	3	Perm. Alta	
	4		

O valor da permeabilidade ao ar poderá ser determinado através da realização de um ensaio de pressurização de acordo com a norma EN 13829 de 15 janeiro de 2001, com as posteriores revisões, obtendo-se deste modo o valor de n50. Caso o ensaio não seja realizado terá de ser determinada a contribuição de cada vão ou conjunto de vãos.

A classe de permeabilidade ao ar das portas e janelas é determinada com os métodos normalizados de ensaios previstos na EN 1026 de 15 de agosto de 2000, com as posteriores revisões, e os métodos de classificação de resultados previstos na EN 12207 de 15 de maio de 2000, com as posteriores revisões, e na EN 14351-1+A1 de 1 de fevereiro de 2007, com as posteriores revisões. Caso não sejam determinadas as classes de permeabilidade através dos princípios anteriores deverá considerar-se os vãos sem classificação.

Para edifícios existentes ou sujeitos a grande intervenção previstos nos artigos 28º e 30º do Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo, refere igualmente que caso não seja possível obter, ou não existam informações relativas à classe de permeabilidade ao ar, deve ser considerado o vão sem classificação, mas por outro lado, se existirem vedantes em todo o perímetro da janela poderá considerar-se que o vão possui classe 2 de permeabilidade ao ar. As caixas de estores, caso existam, são classificadas em permeabilidade baixa ou elevada. Os pressupostos que influenciam esta classificação estão presentes de seguida:

- Caso a caixa de estore seja exterior e não comunique com o interior, para efeitos de estimativa das infiltrações de ar esta não será considerada;
- A classe de permeabilidade ao ar da caixa de estore será baixa se, após a realização de ensaio da sua permeabilidade ao ar, com inclusão das juntas ao caixilho de acordo com a norma EN 1026 e à diferença de pressão de 100 Pa, o caudal de infiltração de ar a dividir pela unidade de comprimento for inferior a $1 \text{ m}^3/(\text{h.m})$ – metodologia de determinação de permeabilidade raramente/nunca utilizada;
- A classe de permeabilidade ao ar da caixa de estore será de igual modo baixa se esta for exterior e comunicar com o interior apenas na zona de passagem da fita, bem como nas situações em que apresenta um vedante sob compressão adequada em toda a periferia das suas juntas;
- Nos casos não previstos nas alíneas anteriores, considera-se que a permeabilidade ao ar da caixa de estore é elevada.

Para os edifícios novos/ grandes reabilitações, o ponto 12.2 do Despacho 15793-K/2013, refere que não devem, para efeitos do cumprimento das taxas de renovação de ar regulamentares, ser consideradas infiltrações relativas a caixas de estores, e a janelas com classe igual ou inferior a 2. Este ponto visa evitar o uso deste tipo de soluções com comportamento “defeituoso”, tendo em vista o aumento do valor das renovações de ar com o intuito de fazer cumprir o valor de renovações mínimas. Esta regra vai ao encontro às situações em que apesar dos vãos e caixas de estores não possuírem classificação, eles encontram-se bem vedadas em todo o seu perímetro, por exemplo. A utilização de soluções mais permeáveis ao ar na fase de

projeto do que as soluções usadas aquando da construção, iria implicar uma redução nas renovações de ar no imóvel.

f. Aberturas de admissão de ar na envolvente exterior

As aberturas de admissão de ar na envolvente exterior, como o próprio nome indica são aberturas que se colocam nas envoltentes exteriores para ligação entre o exterior e interior, de modo a existirem trocas de ar entre eles. Existem três tipos de aberturas de admissão de ar, são elas fixas, reguláveis manualmente ou autorreguláveis que regulam a passagem de ar consoante a diferença de pressão do vento, sendo geralmente a pressão de regulação 2, 10 e 20 Pascal.

Quadro 8 – Preenchimento dos dados relativos a aberturas de admissão de ar na envolvente.

3. Aberturas de admissão de ar na envolvente				
Tem aberturas de admissão de ar na envolvente	Sim			
Tipo de abertura	Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa	Auto-regulável a 20 Pa
Área livre das aberturas fixas (cm ²) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m ³ /h)	0	0	0	0

A equação relativa ao contributo das aberturas fixas e reguláveis manualmente, relaciona a diferença de pressão com a área da abertura. A área da abertura é obtida através da medição da área livre da mesma.

A escolha das equações relativa ao contributo das aberturas autorreguláveis é realizada tendo em conta se a diferença de pressão na envolvente é menor, igual, ou superior ao valor da pressão da abertura autorregulável. As pressões de regulação é fruto do tipo de abertura existente, ou prevista para um dado local.

As equações relacionam a diferença de pressão, a pressão da abertura e o caudal nominal da abertura.

g. Condutas de admissão e evacuação natural de ar

Para determinar o impacto das condutas de admissão ou de exaustão de ar, igualmente denominadas chaminés, considera-se, para efeitos do cálculo do escoamento natural do ar através dessas condutas, as perdas de carga na chaminé e o efeito da localização da sua saída na cobertura. A equação de cálculo para determinação do contributo das condutas na ventilação relaciona a Constante da curva característica de condutas de ventilação natural, C, obtida tendo em conta a perda de carga da conduta e a altura a que se encontra a mesma, e a diferença de pressão exercida na envolvente.

Quadro 9 - Preenchimento dos dados relativos às condutas de ventilação.

Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Sim	Sim	Sim	Não
Escoamento de ar				
Perda de carga	Admissão			
Altura da conduta (m)	Exaustão	Baixa Média Alta		
Cobertura			Em terraço, inclinada (<10°) Inclinada (10 a 30°) Inclinada (>30°)	
Número de condutas semelhantes				

Para determinar a altura da conduta, é necessário definir na célula do tipo de escoamento de ar se se trata de uma conduta de admissão ou de exaustão de ar, com este dado e com a relação entre a altura do edifício e da altura da fração, determina a altura da conduta.

A inclinação da cobertura vai ter efeito na consideração do coeficiente de pressão.

A perda de carga de uma conduta é definida pelo quadro 10, do qual provem a equação de cálculo da constante “C”.

Quadro 10 - Determinação do tipo de perda de carga em condutas de ventilação.

Perda de Carga	Conduta	Constante C
Baixa	$D \geq 200 \text{ mm e } A_{\text{livre}}/A_{\text{conduta}} \geq 70\%$	$\frac{113}{\sqrt{2,03 + 0,14L}}$
Média	$125 \text{ mm} \leq D < 200 \text{ mm e } A_{\text{livre}}/A_{\text{conduta}} \geq 70\%$	$\frac{44,2}{\sqrt{1,93 + 0,14L}}$
Alta	$D < 125 \text{ mm ou } A_{\text{livre}}/A_{\text{conduta}} < 70\%$	$\frac{28,3}{\sqrt{3,46 + 0,21L}}$
-	$A_{\text{livre}}/A_{\text{conduta}} < 10\%$	0

Para o caso da conduta ser de formato retangular deve ser determinado um diâmetro equivalente através da seguinte equação, em que **a** e **b** são as dimensões do retângulo em m:

$$D_{eq} = 1,3 \times \frac{(a \times b)^{0,625}}{(a + b)^{0,25}} \quad (5)$$

h. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado e exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (<20 Pa).

Em Portugal, os meios mecânicos de exaustão ou insuflação, quer de funcionamento prolongado quer por meios híbridos de baixa pressão, são de uso raro, não tendo sido analisados durante a realização do estágio curricular, quaisquer edifícios ou frações, onde existissem tais sistemas.

O preenchimento das tabelas relativas aos sistemas referidos, baseia-se na colocação de informação relativa aos sistemas, tais como os rendimentos dos ventiladores e dos recuperadores de calor, caso existam, assim como a pressão dos ventiladores. Por fim é necessário ainda estimar o caudal nominal através da documentação técnica do sistema.

Quadro 11 - Preenchimento de dados relativos à ventilação com recurso a meios mecânicos.

5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado				
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Sim			
Escoamento de ar	Exaustão	Admissão		
Caudal nominal (m ³ /h)	0	0		
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento	Sim	Sim		
Pressão total (Pa)	250	250		
Rendimento total do ventilador(%)	30	30		
Tem sistema de recuperação de calor		Sim		
Rendimento da recuperação de calor (%)		0		
6 . Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)				
Existem meios híbridos	Sim			
Escoamento de ar	Exaustão	Exaustão		
Caudal nominal (m ³ /h)	0	0		
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento	Sim	Sim		
Pressão total (Pa)	0	0		
Rendimento total do ventilador(%)	0	0		

Relativamente ao preenchimento dos dados relativos à ventilação com recurso a meios mecânicos, uma vez que não existe um conhecimento aprofundado da temática, optou-se por não se fazer uma explanação do mesmo.

i. Observações

Tanto para edifícios existentes ou sujeitos a intervenção previstos nos artigos 28º e 30º do Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo, como para edifícios novos/grandes intervenções, existem normas e ensaios que regem e regulam alguns dos valores e dos dados relativos aos vários componentes de um sistema de ventilação, mas estes, por terem custos inerentes são, na generalidade dos casos, deixados de parte, optando-se maioritariamente pelas simplificações e pelos pressupostos que o regulamento indica e permite.

No **Anexo VI**, encontra-se a totalidade da folha de cálculo relativa à ventilação, onde é possível visualizar a apresentação da folha, todas as células a preencher, e os gráficos e tabelas auxiliares de cálculo.

6.2. Folha de cálculo de avaliação do comportamento térmico e desempenho energético de edifícios

Ao longo da realização do estágio a folha de cálculo para apoio ao estudo do comportamento térmico e desempenho energético de edifícios foi sofrendo alterações, e, consequentemente parte do processo de certificação.

A folha de cálculo de avaliação do comportamento térmico e desempenho energético de edifícios utilizada atualmente, foi desenvolvida pelo ITeCons em parceria com a Universidade de Coimbra. A folha de cálculo referida possibilita o preenchimento de toda a informação necessária à emissão de Pré-Certificados e Certificados Energéticos, com a qual poderá ser gerado um ficheiro XML, através da Plataforma de Criação e Gestão de XML. O ficheiro XML é posteriormente carregado para a plataforma da ADENE, para aí ser gerado o pré-certificado ou o certificado energético.

A versão atual da folha de cálculo é de relativa fácil utilização, com maior incisão, na fase de conclusão do certificado, permitindo o preenchimento automático dos diversos tópicos na plataforma da ADENE. A folha de cálculo referida permite ao seu utilizador saber se os valores regulamentares estão ou não a ser cumpridos, estando as células relativas aos pontos que não cumprem pintadas de vermelho, facilitando e evitando erros relativos à verificação do regulamento, por exemplo.

A folha de cálculo encontra-se dividida sensivelmente em duas partes uma primeira dita de informações relativas ao edifício e fração, e ao proprietário, e uma segunda fase dita de cálculo.

Existem dados e células a preencher ao longo da folha de cálculo que são dispensáveis ao cálculo, mas que facilitam posteriormente a sua colocação na plataforma da ADENE, através do ficheiro XML.

As alterações e atualizações constantes da folha de cálculo, se por um lado podem ser consideradas positivas, pois são aplicadas no sentido de facilitar/melhorar o seu funcionamento, corrigir erros, ou adaptar-se à nova legislação, por outro acabam por criar dúvidas ao seu utilizador. Será o que os certificados e os pré-certificados anteriormente realizados, estão totalmente corretos? Será que apresentam resultados fiáveis?

a. Dados do edifício

Na primeira parte são preenchidas as células com as informações de localização do edifício e fração, os dados do proprietário do imóvel em estudo, e é definido o enquadramento do certificado, caso seja possível deve ser completado o preenchimento da folha de cálculo com os dados do responsável pelo projeto, pela obra e do processo Municipal. A generalidade dos dados colocados nesta fase são obtidos através da análise de documentos relativos ao imóvel e de informações obtidas através do proprietário ou seu representante, por via telefónica/correio eletrónico ou durante a visita.

O enquadramento do certificado relativo ao imóvel em estudo, é de relativa importância pois irá fornecer informações à folha de cálculo, que irá adaptar os cálculos à informação constante do regulamento, bem como adaptar o modo de preenchimento das tabelas, mais ou menos simplificado consoante o enquadramento. Parte dos dados preenchidos (caso da

tipologia, distância à costa, altitude, etc.) são posteriormente utilizados para os cálculos na presente folha de cálculo, e é igualmente utilizada para verificação dos dados colocados na folha de cálculo relativa à ventilação, por exemplo. Os restantes dados servem apenas para constar no certificado energético e para efeitos de emissão da fatura na plataforma da ADENE.

b. Pressupostos e metodologias de cálculo auxiliares

Neste tópico são apresentados alguns pressupostos relativos ao preenchimento da folha de cálculo, e alguns modos de cálculo auxiliares necessários ao seu preenchimento.

Os pressupostos e metodologias de cálculo auxiliares apresentados são necessários para o correto preenchimento da folha de cálculo, e posterior correta avaliação do comportamento térmico e desempenho energético de edifícios

▪ Cor

As células de seleção de cor exterior das envolventes (paredes ou coberturas) permitem escolher uma de três opções, cor clara, média e escura. A seleção de uma das três opções vai permitir à folha definir qual o coeficiente de absorção da radiação solar da superfície.

A escolha da cor da envolvente tem em conta os seguintes pressupostos:

- **Cor clara:** branco, creme, amarelo, laranja e vermelho-claro;
- **Cor média:** vermelho-escuro, verde-claro, azul claro;
- **Cor escura:** castanho, verde-escuro, azul-vivo, azul-escuro.²

O coeficiente de absorção da radiação solar é reduzido para os casos em que a fachada seja ventilada, o valor da redução está presente na Tabela 09 do Despacho 15793-K/2013. Para os casos de cobertura exterior com revestimento em caixa-de-ar ou para cobertura interior em contato com um desvão de cobertura o coeficiente de absorção da radiação solar é igualmente reduzido, sendo que o valor da redução está presente não na Tabela 10 do mesmo despacho. A folha de cálculo faz a correção automática dos valores através da seleção das opções presentes nas diversas células.

▪ Grau de ventilação e emissividade

Para o preenchimento das células relativas ao grau de ventilação e emissividade das envolventes (paredes ou coberturas) são tidos em conta os seguintes pressupostos:

- Espaços de ar fortemente ventilados - as situações onde o quociente entre a área total de orifícios de ventilação, em milímetros quadrados, e a área de parede ou cobertura, em m², seja superior a 1500 mm²/m²;

² Despacho 15793-K de 3 de dezembro de 2013

- Espaços de ar fracamente ventilados - as situações onde o quociente entre a área total de orifícios de ventilação, em milímetros quadrados, e a área de parede ou cobertura, em m², seja superior a 500 mm²/m² e igual ou inferior a 1500 mm²/m²;
- Baixa emissividade qualquer superfície com uma emissividade igual ou inferior a 0,2.

A generalidade dos materiais utilizados na construção (materiais cerâmicos, betões e argamassas, pedras naturais e artificiais, etc.) é de emissividade normal uma vez que apresentam uma emissividade superior a 0,2. Os materiais com emissividade baixa, são regra geral metais, dependendo ainda assim do tipo de acabamento que estes apresentam.

▪ Profundidade média

A profundidade média dos pavimentos ou paredes enterradas é determinada pela razão entre o somatório dos comprimentos multiplicados pela profundidade, e o somatório dos comprimentos.

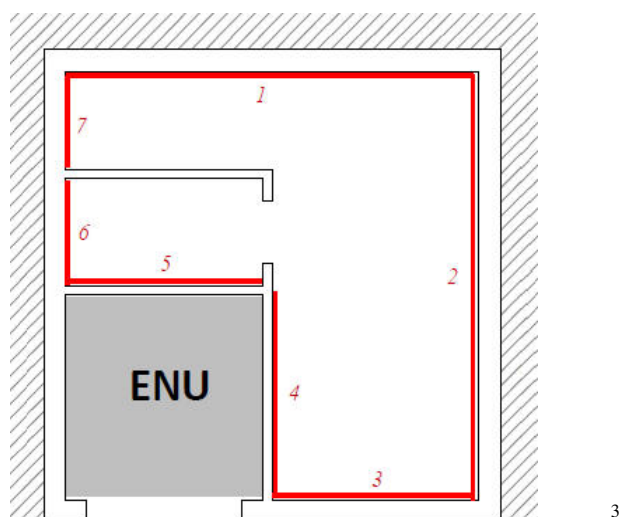


Figura 5 - Determinação de profundidade média.

Para as zonas 1, 2, 6 e 7 as paredes são total ou parcialmente enterradas sendo que nestes casos se multiplica o comprimento pela profundidade média em cada troço. Nas zonas 3, 4 e 5, as paredes estão em contato com o exterior ou com espaços não úteis, nestes casos considera-se a profundidade igual a zero.

Obtém-se a seguinte expressão para determinação da profundidade, relativa ao exemplo presente na figura 5:

$$\bar{Z} = \frac{l_1 z_1 + l_2 z_2 + l_3 \times 0 + l_4 \times 0 + l_5 \times 0 + l_6 z_6 + l_7 z_7}{l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7} \quad (6)$$

³ Curso de atualização de conhecimentos do IteCons.

c. Cálculos

Para a fase de cálculo será feita uma breve explanação para as situações de pré-certificado ou certificado para edifícios novos ou grandes intervenções, sendo apresentadas apenas breves notas sobre a situação de edifícios existentes, por se tratarem de situações mais simples, e menos abrangentes relativamente às restantes.

d. Levantamento dimensional

O quadro relativo ao levantamento dimensional está dividido em três colunas, a descrição da divisão, a área e o pé-direito da mesma. Na primeira coluna, a divisão, é colocado o nome e a numeração da divisão que se definiu na fase de desenho em AutoCad, é importante neste ponto, principalmente para o caso de edifícios novos e de grandes intervenções, colocar as divisões, que não possuem uma divisão física entre si, na mesma célula de preenchimento (ver ponto relativo aos envidraçados). O valor das áreas de cada divisão ou conjunto de divisões é obtido com o apoio do documento em AutoCad. O valor do pé-direito é obtido através da análise das plantas e cortes fornecidos (para o caso de pré-certificados), ou obtidos durante a visita obrigatória ao imóvel nos restantes casos.

Este quadro irá fornecer dados necessários posteriormente, para os cálculos das necessidades de aquecimento e arrefecimento, assim como para os cálculos relativos à ventilação.

e. Envolvente exterior

Na envolvente exterior estão incluídos todos os elementos em contato com o exterior e em contato com solo. Os elementos da envolvente a definir neste ponto da folha de cálculo são as paredes, os pavimentos, as coberturas e os envidraçados exteriores, os pavimentos térreos, os pavimentos e as paredes enterradas. Neste ponto são ainda determinadas as pontes térmicas lineares relativas à envolvente exterior.

Os quadros iniciais a preencher na folha de cálculo (descrições e definição dos tipos de envolvente) para cada situação pouca ou nenhuma implicância vão ter nos cálculos para a avaliação do comportamento térmico e desempenho energético, apenas facilitam, como posteriormente referido, o preenchimento dos dados relativos ao edifício na plataforma da ADENE.

Para as paredes, pavimentos e coberturas, com exceção da situação na generalidade dos edifícios existentes, é necessário separar a zona corrente da parede das zonas de ponte térmica planas (zonas de pilares e vigas, e zona das caixas de estores), determinando as suas áreas e coeficientes de transmissão térmica. No caso de edifícios existentes onde, salvo raras vezes, não é possível determinar a localização, bem como a dimensão das pontes térmicas planas, é através de simplificação existente no regulamento contabilizada a contribuição dessas pontes térmicas

através do agravamento em 35% do coeficiente de transmissão térmica estimado para o elemento da envolvente. A folha de cálculo faz o agravamento automático do coeficiente de transmissão térmica através da seleção da opção “Solução Incorpora PTP’s”.

▪ **Paredes exteriores**

Na zona de preenchimento das paredes exteriores, depois de preenchidos os quadros relativos às diversas soluções e tipos de parede, nos quais é colocado o valor do coeficiente de transmissão definido para cada solução, colocam-se as áreas para cada solução de envolvente, e dentro de cada solução as diferentes áreas por orientação. Num segundo quadro é necessário o preenchimento de informações adicionais relativas a cada parede definida anteriormente. As informações adicionais são a cor do revestimento exterior da envolvente, se se trata de uma fachada ventilada ou não, e caso seja se é fraca ou fortemente ventilada, e ainda se a emissividade da face interior do revestimento exterior é baixa ou normal. Uma das outras informações necessárias ao cálculo relativo às paredes exteriores é acerca do sombreamento das mesmas, provocados por elementos horizontais e verticais. A determinação das obstruções relativas às envolventes opacas é opcional, podendo ser utilizada a opção de simplificação, sem sombreamentos, ou caso se pretenda calcular, deverá ser calculada de igual forma à dos envidraçados (ver envidraçados).

▪ **Pavimentos exteriores**

Na zona de preenchimento relativo aos pavimentos exteriores, após preenchimentos dos diversos quadros relativos a cada solução e tipo de pavimento, apenas é necessário colocar o coeficiente de transmissão térmica, calculado tendo em conta um fluxo de ar descendente, e as áreas relativas a cada solução.

▪ **Coberturas exteriores**

Tal como nas zonas de preenchimento das paredes e pavimentos exteriores, é necessário preencher os diversos quadros relativos a cada solução e tipo de cobertura. Posteriormente, é necessário colocar os coeficientes de transmissão térmica, calculados tendo em conta um fluxo de ar ascendente e descendente, uma vez que existirão perdas de calor pela cobertura na estação fria, e ganhos de calor na estação quente. Posteriormente e de forma análoga às paredes exteriores é necessário colocar as áreas relativas a cada solução, e preencher as células relativas à cor do revestimento exterior da envolvente, se se trata ou não de um revestimento com caixa-de-ar ventilado, e caso seja se é fraca ou fortemente ventilada, e ainda se a emissividade da face interior do revestimento exterior é baixa ou normal.

▪ **Vãos envidraçados exteriores**

Para os envidraçados são inicialmente preenchidos os quadros com os tipos de soluções, bem como os descritivos dos mesmos. Posteriormente é preenchido um quadro síntese relativo aos coeficientes de transmissão térmica de cada envidraçado, e os fatores solares dos vidros e das proteções solares ativas. Os coeficientes de transmissão térmica, como já foi referido, podem ser obtidos através da publicação ITE50 ou de informações do fabricante. Os fatores solares podem ser obtidos através das Tabelas 12 e 13 do Despacho 15793-K/2013, ou através de informações dos fabricantes, mediante as mesmas condições de determinação dos coeficientes de transmissão, cálculos ou ensaios laboratoriais efetuados de acordo com as normas em vigor e com base em valores declarados na Marcação CE.

Numa outra tabela é colocada qual a divisão com a qual o vão envidraçado se encontra em contato, o tipo de solução (soluções previamente definidas nos quadros anteriores), a sua orientação e área. Como foi referido anteriormente é fundamental a colocação das divisões adjacentes e sem separação física entre si, mesmo possuindo utilização diferente, na mesma célula no quadro do levantamento dimensional. O regulamento prevê um valor máximo de 5% para a relação entre a área de envidraçados e a área de pavimento, para os casos onde esse limite seja superior deverão ser feitas as verificações previstas no ponto 2.3 da Portaria n.º 349-B/2013 de 29 de novembro, com as alterações implementadas pela Portaria n.º 319/2016 de 15 de dezembro. A folha de cálculo faz a verificação automática.

Num segundo separador é necessário colocar se o envidraçado se encontra ou não à face da parede, uma vez que está previsto no regulamento, o efeito de sombreamento provocado pelo contorno do vão, sendo que este é desprezado caso o envidraçado se encontre à face da parede. De modo a realizar a correção da seletividade angular dos envidraçados, é necessário colocar se o envidraçado é constituído por vidro simples ou duplo. O valor relativo à fração envidraçada toma valores típicos consoante o tipo de caixilharia (madeira, metálica ou PVC), e estão presentes na Tabela 20 do Despacho 15793-K/2013, ou poderá ser determinado pela relação entre a área de envidraçado e total. O fator solar global do vão é o valor relativo a todos os dispositivos de proteção solar permanentes totalmente ativos, caso não existam é igual ao fator solar do vidro.

O sombreamento dos envidraçados é determinado individualmente para cada vão envidraçado. Os sombreamentos relativos aos envidraçados podem ser definidos tendo em conta os pressupostos presentes nas Tabelas 04 e 05 do Despacho 15793-E/2013, respetivamente para a estação de aquecimento e arrefecimento, para o caso de edifícios existentes ou sujeitos a grande intervenção previstos nos artigos 28º e 30º do Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo. Nas restantes situações deve-se proceder à medição de ângulos entre o envidraçado e o elemento que provoca o sombreamento. Os ângulos de

sombreamento do horizonte provocados por obstáculos são determinados para o ponto mais alto da maior obstrução existente entre dois planos verticais que fazem 60° para cada um dos lados da normal ao envidraçado. O valor do ângulo mede-se entre o plano horizontal e a reta que passa pelo centro do envidraçado e pelo ponto mais alto da maior obstrução. O efeito dos sombreamentos do horizonte, são desprezados para a estação de arrefecimento.

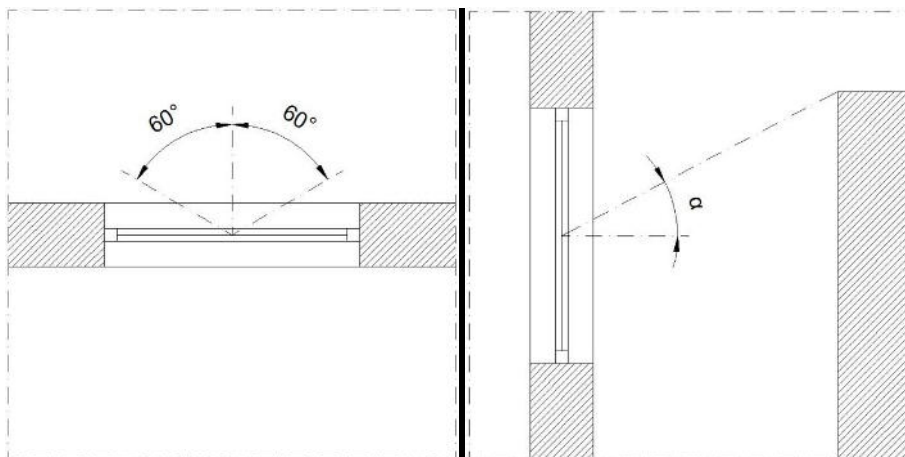


Figura 6 - Modo de determinação do ângulo de obstrução do horizonte.

Para os casos em que não exista informação disponível para o efeito, o fator de sombreamento do horizonte deve ser determinado mediante a adoção de um ângulo de horizonte por defeito de 45° em ambiente urbano, ou de 20° no caso de edifícios isolados localizados fora das zonas urbanas.

O contributo dos sombreamentos provocados por elementos verticais e horizontais, são determinados de igual modo, sendo o valor do ângulo medido entre a reta que passa pelo centro do envidraçado e o limite do obstáculo, e uma linha paralela ao envidraçado.

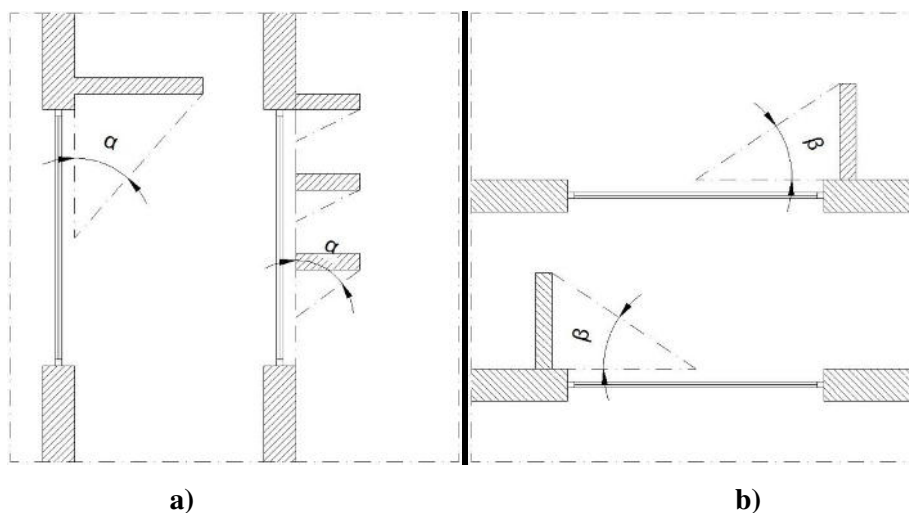


Figura 7 - Modo de determinação dos ângulos provocados por elementos: horizontais a); verticais b).

Os dados relativos à classe da caixilharia e da permeabilidade ao ar da caixa de estores não vão ter influência no cálculo relativo aos envidraçados, sendo apenas um dado de apoio/verificação para o preenchimento da folha de cálculo relativo à ventilação.

- **Vãos opacos exteriores**

O modo de preenchimento das tabelas relativas aos vãos opacos exteriores (caso da generalidade das portas por exemplo), é de modo idêntico ao das paredes exteriores, estando a única diferença na possibilidade das fachadas serem ventiladas e os vãos opacos não.

f. Elementos em contato com o solo

Existem, previstos no regulamento, dois tipos de elementos em contato com o solo, são eles paredes e pavimentos, sendo que dentro dos pavimentos eles podem ser térreos ou enterrados.

O coeficiente de transmissão térmica dos elementos em contato com o solo é determinado com apoio de tabelas existentes no Despacho 15793-K/2013. A folha de cálculo determina automaticamente os coeficientes de transmissão térmica tendo por base essas tabelas.

No caso de edifícios existentes ou sujeitos a grande intervenção previstos nos artigos 28º e 30º do Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo, onde se utilizem as simplificações previstas na Tabela 02 do Despacho 15793-E/2013, apenas é necessário preencher para os elementos em contato com o solo quais as resistências dos elementos, a profundidade a que estes se encontram e a área total do elemento medida pelo interior.

- **Pavimentos térreos**

Os pavimentos térreos são os pavimentos cuja diferença de cotas entre o pavimento e o solo exterior na sua envolvente é igual ou superior a zero. Para determinar o coeficiente de transmissão térmica é necessário fornecer as seguintes informações à folha de cálculo: área do elemento medida pelo interior, perímetro exposto medido pelo interior (na separação com o exterior, espaços não aquecidos, edifícios adjacentes ou com o solo), a espessura da parede exposta, a existência ou não de isolamento perimetral horizontal ou vertical, a espessura do isolamento e a sua extensão na horizontal ou vertical.

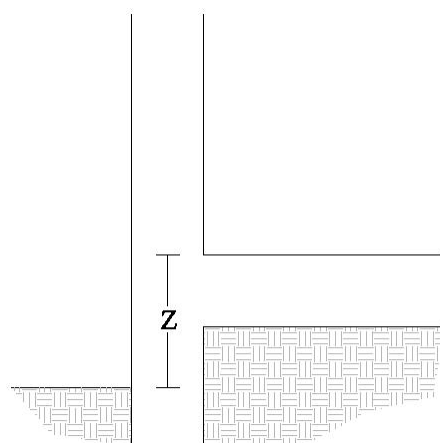


Figura 8 - Representação de um pavimento térreo.

- **Pavimentos enterrados**

Os pavimentos enterrados são os pavimentos cuja diferença de cotas entre o pavimento e o solo exterior na sua envolvente é inferior a zero. Para determinar o coeficiente de transmissão térmica é necessário fornecer as seguintes informações à folha de cálculo: área do elemento medida pelo interior, perímetro exposto (na separação com o exterior, espaços não aquecidos, edifícios adjacentes ou com o solo) medido pelo interior, a espessura da parede exposta e a profundidade média a que se encontra o pavimento.

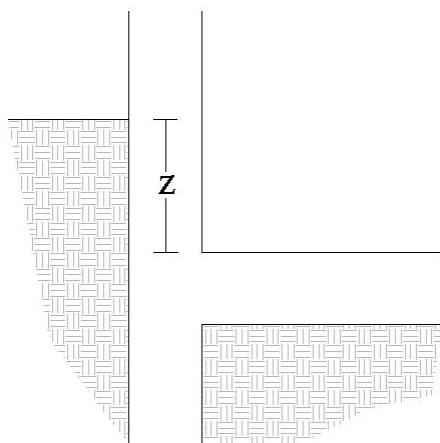


Figura 9 - Representação de um pavimento enterrado.

- **Paredes enterradas**

As paredes enterradas são como o próprio nome indica paredes que se encontram em contato com o solo. Para determinar o coeficiente de transmissão térmica é necessário fornecer as seguintes informações à folha de cálculo: área do elemento medida pelo interior, a profundidade média a que a parede se encontra enterrada, a resistência térmica relativa à parede e ao pavimento que esta contata, e a espessura da parede.

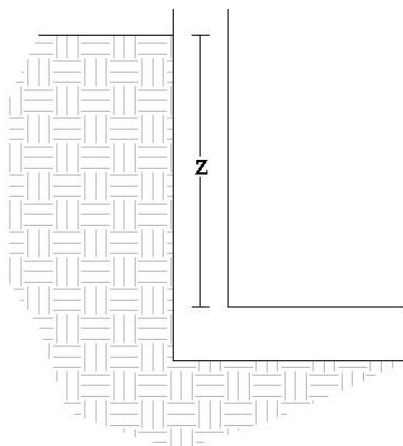


Figura 10 - Representação de uma parede enterrada.

▪ **Pontes térmicas lineares exteriores**

Ponte térmica é o conjunto de fenómenos localizados de transferência de calor na envolvente de um edifício, que acarreta uma redução das características de isolamento térmico desses locais em relação à zona corrente, uma outra abordagem ao conceito de ponte térmica, que a permite definir, versa a não unidirecionalidade do fluxo de calor em toda a parte da envolvente do edifício⁴.

O coeficiente de transmissão térmica linear pode ser determinado de três formas, são elas:

- De acordo com as normas europeias em vigor, nomeadamente a Norma EN ISO 10211 de julho de 1999 e posteriores revisões;
- Com recurso a catálogos de pontes térmicas para várias geometrias e soluções construtivas típicas, desde que o cálculo tenha sido efetuado de acordo com a Norma Europeia EN ISO 14683 de julho de 1999 e posteriores revisões, com recurso à metodologia definida na EN ISO 10211 de julho de 1999 e posteriores revisões;
- Com recurso aos valores indicados na Tabela 07 do Despacho 15793-K/2013, com atenção às majorações previstas.

A folha de cálculo define o valor do coeficiente de transmissão térmica linear através da seleção de diversas opções previstas na tabela 07 (Quadro 12).

⁴ Afonso, Ana Rita Paulino. Pontes Térmicas: Perdas Térmicas Lineares, Valores por Defeito. U. Porto , 2012

Quadro 12 - Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica linear – edifícios novos.

Tipo de ligação		Sistema de isolamento das paredes		
		Isolamento interior	Isolamento exterior	Isolamento repartido ou na caixa de ar de parede dupla
Fachada com pavimentos térreos		0,80	0,70	0,80
Fachada com pavimentos sobre o exterior ou local não aquecido	Isolamento sob o pavimento	0,75	0,55	0,75
	Isolamento sobre o pavimento	0,10	0,50	0,35
Fachada com pavimento de nível intermédio ^(a)		0,60	0,15 ^(b)	0,50 ^(c)
Fachada com varanda ^(a)		0,60	0,60	0,55
Fachada com cobertura	Isolamento sob a laje de cobertura	0,10 ^(d)	0,70	0,60
	Isolamento sobre a laje de cobertura	1,0	0,80	1,0
Duas paredes verticais em ângulo saliente		0,10	0,40	0,50
Fachada com caixilharia	O isolamento térmico da parede contacta com a caixilharia	0,10	0,10	0,10
	O isolamento térmico da parede não contacta com a caixilharia	0,25	0,25	0,25
Zona da caixa de estores		0,30	0,30	0,30

(a) Os valores apresentados dizem respeito a metade da perda originada na ligação.

(b) (c) (d) Majorar quando existe um teto falso em: (b) 25%; (c) 50%; (d) 70%.

O comprimento da perda térmica linear corresponde à medição do perímetro das paredes. Por exemplo, para a ligação da fachada com pavimento intermédio é necessário contabilizar a ligação na face superior e na face inferior do pavimento.

Não se contabilizam as pontes térmicas lineares de paredes de compartimentação que intersejam paredes, coberturas e pavimentos em contacto com o exterior ou com espaços não úteis.

O Despacho 15793-E/2013 permite utilizar as simplificações constantes na Tabela 03 (Quadro 13), para determinação dos coeficientes de transmissão térmica linear, no caso de edifícios existentes ou sujeitos a grande intervenção previstos nos artigos 28º e 30º do Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo.

Quadro 13 – Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica linear – Edifícios existentes.

Tipo de ligação	Coeficientes de transmissão térmica linear (W/m ² °C)
Fachada com pavimentos térreos Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido Fachada com cobertura Fachada com pavimento de nível intermédio ^(a) Fachada com varanda ^(a)	0,70
Duas paredes verticais em ângulo saliente	0,50
Fachada com caixilharia Zona da caixa de estore	0,30

(a) Os valores apresentados dizem respeito a metade da perda originada na ligação.

g. Envolvente interior

▪ Definição da envolvente interior

No ponto relativo à definição da envolvente interior, pretende-se determinar o coeficiente de redução de perdas para cada um dos espaços não úteis. O coeficiente de redução de perdas é o fator que vai permitir adaptar a temperatura interior do espaço não útil às temperaturas de referência no exterior. Os espaços não úteis estão regra geral em contato com o exterior e com locais aquecidos, com a definição dos espaços não úteis pretendesse determinar uma relação entre a temperatura exterior e a desse mesmo espaço.

Existem duas metodologias previstas no regulamento para a determinação do valor do coeficiente de redução de perdas, a primeira seguindo a norma EN ISO 13789 de setembro de 1999, e uma segunda e mais usual, que relaciona o volume do espaço não útil, com a classe de ventilação do espaço, e a razão entre a área de envolvente do espaço não útil em contato com espaços interiores úteis/aquecidos e a área de envolvente do espaço não útil em contato com o

exterior. A segunda metodologia prevista no regulamento toma os valores do coeficiente de redução de perdas presentes na Tabela 22 do Despacho 15793-K/2013 (Quadro 14).

Quadro 14 – Coeficiente de redução de perdas de espaços não úteis, b_{tr} .

b_{tr}	$V_{enu} \leq 50m^3$		$50m^3 < V_{enu} < 200m^3$		$V_{enu} > 200m^3$	
	f	F	f	F	f	F
$A_i/A_u < 0,5$	1,0		1,0		1,0	
$0,5 \leq A_i/A_u < 1$	0,7	0,9	0,8	1,0	0,9	1,0
$1 \leq A_i/A_u < 2$	0,6	0,8	0,7	0,9	0,8	1,0
$2 \leq A_i/A_u < 4$	0,4	0,7	0,5	0,9	0,6	0,9
$A_i/A_u \geq 4$	0,3	0,5	0,4	0,8	0,4	0,8

f - Espaço não útil que tem todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas;

F - Espaço não útil permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas.

O mesmo despacho refere que para os elementos de construção que separam o imóvel em estudo de um edifício adjacente, deve ser utilizado um valor do coeficiente de redução de perdas igual 0,6, e que para espaços interiores fortemente ventilados se deve considerar um coeficiente de redução de perdas igual a 1, ou seja, considera-se a temperatura interior do espaço não útil igual à temperatura exterior.

O coeficiente de redução de perdas representa basicamente a diferença de temperatura entre o ENU e exterior. Uma vez que, normalmente a temperatura do ENU favorável, para um mesmo elemento em contacto com o exterior, existem menos perdas para estes espaços.

O regulamento refere que se considera um espaço não útil com ventilação fraca, quando este apresenta todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas. E um espaço com ventilação forte, quando este é permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas.

Para edifícios existentes ou sujeitos a grande intervenção previstos nos artigos 28º e 30º do Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo, o Despacho 15793-E/2013 permite adotar os valores de 0,8 e 0,6, respetivamente para todos os espaços não úteis e para os edifícios adjacentes.

▪ Paredes interiores

Para o cálculo relativo às paredes em contato com espaços não úteis, é apenas necessário a determinação da área da envolvente consoante o espaço não útil e o coeficiente de transmissão térmica. A folha de cálculo permite fazer corresponder a cada parede o espaço não útil com o qual contata, efetuando o cálculo impondo o respetivo coeficiente de redução perdas.

- **Pavimentos interiores**

O cálculo relativo aos pavimentos em contato com espaços não úteis, é efetuado de forma análoga ao das paredes interiores.

- **Coberturas interiores**

O caso de coberturas em contato espaços não úteis, é um dos casos particulares de cálculo, uma vez que o preenchimento das tabelas relativas às coberturas depende do espaço não útil que contata com a mesma. Para o caso do espaço não útil ser um desvão de cobertura vão existir trocas de ar de sentido ascendente e descendente, sendo o modo de preenchimento de forma análoga às coberturas exteriores. Nos restantes casos o modo de preenchimento é de forma idêntica às paredes e pavimentos interiores.

- **Envidraçados interiores**

Os envidraçados interiores são outro dos casos particulares de cálculo, que do mesmo modo que as coberturas interiores o preenchimento das tabelas depende do espaço com o qual contata. Para o caso de espaços não úteis (ENU) com envidraçados (marquises e solários por exemplo) vão existir ganhos solares por parte dos envidraçados, sendo necessário contabilizar esses ganhos. Para a situação referido é necessário colocar qual orientação do vão, se este se encontra à face da parede, o tipo de vidro, o sombreamento, e ainda os valores da fração envidraçada e dos fatores solares relativos aos envidraçados da zona aquecida e do ENA.

Nos restantes casos, onde o envidraçado se encontra na separação com outros ENA, apenas é necessário colocar a área de envidraçado e o valor do coeficiente de transmissão térmica.

- **Pontes térmicas lineares interiores**

As pontes térmicas lineares interiores definem-se de igual modo que as pontes térmicas lineares exteriores.

Não se contabilizam as pontes térmicas lineares de paredes interiores de separação entre um espaço interior útil e um espaço não útil, desde que o coeficiente de redução de perdas seja igual ou inferior a 0,70.

h. Ventilação

No ponto relativo à ventilação a folha de cálculo permite a importação os valores das renovações de ar por hora da folha de cálculo do LNEC para a ventilação. A folha de cálculo permite ainda preencher automaticamente a folha de cálculo da ventilação, através da colocação de certos dados, sendo apenas necessário após a importação da mesma ajustar pequenos dados.

i. Sistemas técnicos

Os sistemas técnicos são os sistemas responsáveis pelo aquecimento e arrefecimento ambiente, preparação de AQS, e no caso de energias renováveis podem ainda ser responsáveis pelo apoio na ventilação e produção de energia elétrica, por exemplo.

Para preenchimento das tabelas relativas aos sistemas técnicos é necessário numa primeira fase preencher algumas células com dados e pressupostos relativos aos mesmos.

Numa primeira tabela são colocados os dados relativos ao tipo de equipamento e fonte de energia afeta ao mesmo, a quantidade de equipamentos iguais, a marca, gama e o modelo. Posteriormente existem duas tabelas, uma primeira para preenchimento com os dados relativos aos equipamentos com funcionamento a energias não renováveis e a biomassa, e uma segunda para as restantes energias renováveis. Estas duas tabelas encontram-se separadas pois os dados a colocar diferem, na primeira tabela apenas é necessário colocar a potência do equipamento, o rendimento e a fração do imóvel servida pelo mesmo equipamento. Na segunda tabela são necessários igualmente conhecer os dados dos equipamentos, tais como a sua potência e o rendimento, mas ainda, em alguns casos, a área e a produtividade dos equipamentos. No caso da energia renovável interessa conhecer a energia que os equipamentos produzem anualmente. O valor da energia produzida é obtido através das equações previstas no Despacho 15793-H/2013, existindo atualmente uma ferramenta de cálculo desenvolvida pela DGEG, ferramenta essa que será apresentada de seguida. A folha de cálculo prevê, para o caso de edifícios existentes que se desconheçam as características dos equipamentos, a utilização de valores por defeito previstos em despacho, consoante a idade de instalação ou do equipamento.

Existem ainda as situações em que a totalidade do imóvel não é abrangida por um sistema, ou ainda não se prevê a colocação de algum tipo de sistema (caso de fase de projeto). Nessas situações a folha de cálculo considera um sistema por defeito previstos no regulamento, nos despachos relativos a edifícios novos ou existentes.

j. Medidas de melhoria

Após a determinação da classe energética e dos valores relativos ao balanço energético é efetuado um estudo das medidas de melhoria passíveis de aplicação no imóvel em estudo.

O estudo de medidas de melhoria visa identificar oportunidades para otimizar o desempenho energético, aumentar o conforto térmico e promover a salubridade dos espaços.

As medidas de melhoria propostas estão relacionadas com a correção de patologias construtivas (para edifícios existentes), redução das necessidades de energia útil por intervenção na envolvente, promover a utilização de energias renováveis, e por fim melhorar a eficiência energética dos sistemas. A avaliação/estudo das medidas de melhoria segue a ordem de importância com que foi referida.

A folha de cálculo permite a realização do estudo das medidas de melhoria. Esse processo baseia-se na determinação dos novos valores e coeficientes relativos a cada medida de melhoria, inserindo cada medida individualmente e gravando a mesma. Repete-se o processo para cada medida, e no final inserem-se os dados de todas as medidas que se pretendem contabilizar de modo a obter os valores relativos a todas as medidas.

k. Inércia térmica

O termo inércia térmica de um edifício está relacionado com a capacidade de um edifício em contrariar as variações de temperatura no seu interior. De um modo mais simples é a capacidade de um material armazenar o calor e de o restituir pouco a pouco. Isto deve-se à capacidade dos materiais acumularem calor, que está diretamente relacionada com a massa superficial útil desse material.

O Despacho 15793-K/2013 apresenta o método de cálculo para determinação da classe de inércia de um elemento. A classe de inércia encontra-se dividida em Inércia Fraca, Média e Forte. A inércia térmica de um edifício é obtida através da equação seguinte, que em comparação com os intervalos da tabela permite determinar a classe de inércia. O valor da Inércia Térmica é obtido pelo somatório da massa do elemento multiplicado pela área interior desse mesmo elemento e o fator de redução da massa superficial, a dividir pela área total de pavimento interior útil.

$$I_t = \frac{\sum_i M_{Si} \cdot r \cdot S_i}{A_p} \quad (7)$$

Onde,

M_{Si} – Massa superficial útil do elemento i , (kg/m²)

r – Fator de redução da massa superficial útil

S_i – Área da superfície interior do elemento i , (m²)

A_p – Área interior útil de pavimento

Quadro 15 – Intervalos de classificação da classe de inércia térmica

Classe de inércia térmica	I_t [kg/m ²]
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

O método de determinação da massa superficial útil e do fator de redução da mesma, depende primeiramente do tipo de elemento construtivo, se o elemento faz parte da envolvente exterior ou interior, se é um elemento em contato com o solo, ou se se trata de um elemento

interior de compartimentação do imóvel. Numa segunda fase o método de determinação irá estar relacionado com a existência de caixa-de-ar ou de algum isolamento.

No despacho referido, para a determinação da classe de inércia, estão presentes as regras e os modos de determinação da massa superficial útil e do fator de redução, tendo em consideração o enumerado no parágrafo anterior.

Para os edifícios existentes ou sujeitos a grande intervenção previstos nos artigos 28º e 30º do Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo, para os quais é normalmente impossível ou de dificuldade elevado definir a constituição dos elementos, o Despacho 15793-E/2013 permite definir qual a Classe de Inércia Térmica, através da verificação da listagem do Quadro 16.

Quadro 16 – Regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inércia térmica interior.

Classe de inércia térmica interior	Requisito
Fraca	<p>Caso se verifiquem cumulativamente as seguintes soluções:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Teto falso em todas as divisões ou pavimentos de madeira ou esteira leve (cobertura); - Revestimento de piso do tipo flutuante ou pavimento de madeira; - Paredes de compartimentação interior em tabique ou gesso cartonado ou sem paredes de compartimentação.
Média	<p>Caso não se verifiquem os requisitos necessários para se classificar a classe de inércia térmica em Forte ou Fraca.</p>
Forte	<p>Caso se verifiquem cumulativamente as seguintes soluções, sem aplicação de isolamento térmico pelo interior:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pavimento e teto de betão armado ou pré-esforçado; - Revestimento de teto em estuque ou reboco; - Revestimento de piso cerâmico, pedra, <i>parquet</i>, alcatifa tipo industrial sem exclusão de soluções de pavimentos flutuantes; - Paredes interiores de compartimentação em alvenaria com revestimento de estuque ou reboco; - Paredes exteriores de alvenaria com revestimentos interiores em estuque ou reboco; - Paredes da envolvente interior (caixa de escadas, garagem, ...) em alvenaria com revestimento interiores de estuque ou reboco.

A folha de cálculo contém um separador de apoio ao cálculo da inércia térmica, no qual são colocadas as áreas dos elementos, a massa superficial útil e o fator de redução da massa superficial, para cada tipo de elemento.

O separador de cálculo possui células de preenchimento separado para coberturas, pavimentos e paredes, e ao mesmo tempo se o elemento contata com o exterior, solo, etc...

No **Anexo VII**, encontra-se a folha de cálculo, onde é possível visualizar a apresentação da folha, todas as células a preencher, e os gráficos e tabelas auxiliares de cálculo, nomeadamente os separadores “Introdução de dados I” e “Introdução de dados II”, da referida folha.

6.3. Folha de cálculo de avaliação de sistemas de fontes de energia renováveis

A folha de cálculo de quantificação do contributo de sistemas para aproveitamento de fontes de energias renováveis, foi desenvolvida pela DGEG. A referida folha de cálculo vem substituir o programa de cálculo Soltherm, de determinação da energia produzida pelos sistemas solares térmicos e dos sistemas solares fotovoltaicos, tal como refere o Despacho n.º3156/2016 de 1 de março, bem como possibilitar o cálculo do contributo de energias renováveis provenientes de outras fontes.

A folha de cálculo da SCE.ER, entrou em vigor a 1 de março de 2016, tendo portanto, o estágio profissionalizante, iniciado num período de transição dos dois *softwares* de cálculo. Apesar disto, ao longo de todo o estágio apenas foi utilizado o *software* mais recente, sendo sobre o mesmo o presente tópico.

A folha de cálculo da SCE.ER permite a quantificação do contributo de sistemas para aproveitamento das variadas e distintas fontes de energia renovável, nomeadamente energia solar, eólica, hídrica, biomassa e geotermia, sendo que os campos de aplicação, relativos a cada uma dessas energias renováveis, se encontram representados na Figura 11.

SCE.ER

Quantificação do contributo de sistemas para aproveitamento de Fontes de **Energias Renováveis**

Versão 1.1 (build 4) [2016-04-06]

Software a que se refere o Despacho DGEG nº3156/2016 de 1 de março.

Licenciado a Rui Magalhães

<u>Edifícios de Habitação</u>
Solar Térmico - AQS (padrão)
Solar Térmico - AQS
Solar Térmico - AQS e Climatização
Solar Térmico - Kit AQS
Solar Fotovoltaico - Sem baterias
Biomassa - Combustão
Geotermia - Baixa Entalpia
Bombas de calor
Eólica - Pequena Turbina
Hídrica - Pequeno Aproveitamento

Figura 11 - Apresentação da página inicial da folha de cálculo.

Ao longo do estágio realizaram-se, apenas estudos relativos à contribuição de sistemas para aproveitamento da energia solar térmica para produção de águas quentes sanitárias (AQS), optando-se então, por demonstrar o modo de preenchimento da folha de cálculo para os pontos: “Solar Térmico – AQS (padrão)” e “Solar Térmico – AQS”.

a. Sistema solar térmico – AQS (padrão)

O sistema solar térmico padrão serve essencialmente para definir quais os requisitos mínimos e de verificação regulamentar, dum determinado edifício, tendo em consideração a localização do edifício, tipologia da habitação, padrões de consumo, modo de instalação dos equipamentos, entre outros.

O primeiro passo é, portanto, determinar o valor da produção de E_{ren} dos sistemas solares padrão.

Sistema Solar Térmico : requisitos mínimos





Sistema instalado em Edifício Sta. Maria (Lisboa)
 Necessidades do tipo regulamentar (REH) em 1  zona.
 Utilizados 5 coletores de modelo Padrão REH
 com área de abertura 0.65 m², formando um painel de 3.2 m² de abertura total, com
 montagem fixa orientação 0 ° em azimuth e inclinação 35 °.
 Armazenamento em 1 depósito de modelo adequado (REH)
 utilizado em modo água sanitária e numa posição horizontal
 Apoio do tipo elétrico com rendimento 100% .
 com montagem ao depósito e controlo temporizado 
 Circuito primário em circulação forçada, tubagens de diâmetro nominal 15 mm,
 comprimento de 4 m no exterior e 10  m até ao depósito, isoladas com
 poliuretano de espessura 20 mm. Fluido circulante com 25% de anticongelante.
 Bombas de potência 30 W proporcionando um caudal de 46 litro/m² por hora.
 Circuito de distribuição em tubagens de diâmetro nominal 15 mm,
 comprimento de 12 m para a zona de consumo e isolamento poliuretano de 12 mm.

Figura 12 – Preenchimento de dados, relativos ao sistema solar padrão.

O coletor padrão apresenta características estipuladas pelas entidades competentes, sendo o coletor padrão igual para todas as zonas do país ou situações de estudo. O número de coletor padrão a considerar por edifício/fração, é na razão de um coletor padrão por habitante convencional, o que significa que um coletor padrão produz água quente suficiente para um habitante.

O texto sublinhado e de cor vermelha, que se encontra na Figura 12 representada, são os pontos passíveis de serem alterados pelo utilizador, adaptando assim ao caso de estudo.

O primeiro ponto, relativo à definição do local, passa por colocar dados tais como a denominação do local, o município onde se localiza o edifício, a altitude a que se encontra o mesmo, e por fim o valor da refletividade média do solo, estando pré-definido o valor típico de 20%.

O ponto seguinte, relativo à definição de um consumo de AQS, está dividido em três partes, sendo a primeira relativa à tipologia da fração, ou para o caso de um sistema coletivo que abasteça várias frações, a quantidade e a tipologia de cada uma. Num segundo ponto importa colocar as temperaturas de entrada para o equipamento e na zona de consumo, sendo que existe a possibilidade de os ajustar manualmente ou manter os valores por defeito já contemplados na folha. Por fim, no último ponto deverá ser colocado o perfil de consumo diário de AQS, podendo ser definido em concordância com o dono da fração ou edifício, ou tendo em

consideração os hábitos e costumes de rotinas, de uma população. O perfil de consumo diário definido é considerado igual para todo o ano.

Uma vez que nem sempre é possível obter as temperaturas pretendidas na zona de consumo, utilizando apenas os sistemas solares, é necessário um sistema de apoio para complemento da produção de AQS. O sistema de apoio poderá ser do tipo elétrico, ou térmico com funcionamento a gás natural, butano ou propano, gásóleo ou biomassa, conforme definido pelo dono de obra (fase de projeto), ou tendo em consideração o existente no local. O tipo de sistema de apoio e as características técnicas serão inseridas nas respectivas células da folha de cálculo.

O modo de montagem do sistema de apoio irá ter influência no rendimento global do sistema de produção de AQS, sendo, portanto, fundamental definir a estratégia de controlo do apoio importante, de modo a se potenciar e maximizar o aproveitamento de energia solar.

Tal como referido na presente folha de cálculo, existem fundamentalmente três tipos de sistemas de montagem dos sistemas de apoio, em relação ao depósito de acumulação de AQS, são eles o sistema de montagem “ao depósito”, “em série” e “em paralelo”, sendo que o sistema em série, aquele que se apresenta como sendo o mais eficiente.

No sistema de montagem “ao depósito”, estratégia “temporizada”, o apoio aquece o topo do depósito apenas quando há um pedido de consumo e a água não está à temperatura desejada, enquanto que na estratégia “termostática” simples, o apoio mantém continuamente o topo do depósito ligeiramente acima da temperatura de consumo. A estratégia “termostática” simples desperdiça muita energia, e não é permitida no contexto de certificação de edifícios.

No sistema de montagem “em série”, o apoio aquece a água já quente, proveniente do depósito de acumulação, até à temperatura de consumo pretendida.

No sistema de montagem “em paralelo”, estratégia proporcional, o sistema de apoio mistura água quente com aquela que sai do depósito, obtendo a temperatura final desejada. Na situação “tudo-ou-nada”, menos eficiente, o apoio fornece a totalidade da água quente quando o topo do depósito não está à temperatura de consumo.

Por fim, e depois de inseridos os dados relativos à definição do local, definição de um consumo de AQS, definição do sistema de apoio e modo de montagem, são inseridos os comprimentos de tubagens no exterior, até ao depósito, e para a zona de consumo, bem como diâmetros dessas tubagens e espessuras de isolamentos aplicados nas mesmas.

Chegados a este ponto, ou seja, depois de todos os dados preenchidos, procede-se à simulação de cálculo relativa à quantificação do contributo do sistema solar padrão, obtendo-se então os valores dos requisitos mínimos num edifício, relativos à E_{ren} para os coletores existentes ou previstos.

b. Sistema solar térmico – AQS

Tal como referido no regulamento, a energia a fornecida pelo sistema solar térmico instalado/a instalar, tem de ser igual ou superior à obtido com um sistema solar térmico, constituído por coletores padrão, para o caso de edifícios a construir ou edifícios cujo licenciamento para fase de construção, requeresse a existência de coletores solares. Para os casos não incluídos nos referidos anteriormente, não é exigido/necessário a verificação referida no início do presente parágrafo.

Após a determinação do valor dos requisitos mínimos (coletor padrão), irá proceder-se à quantificação do contributo do sistema solar existente no edifício/fração, ou, no caso da fase de projeto, definir qual o tipo, e/ou quantificar, os coletores solares a colocar nesse edifício. Todos os sistemas a instalar num edifício devem possuir um certificado solar Keymark, e deverão igualmente ser instalados por instalador certificado.

Relativamente ao cálculo dos coletores solares existem dados que foram posteriormente preenchidos/definidos no separador relativo aos coletores padrão, sendo neste ponto, necessário definir, basicamente os dados bloqueados ou inexistentes no separador anterior, e os dados relativos ao coletor solar existente ou a propor. Inicialmente começa-se por definir a quantidade e o modelo dos coletores instalados ou a instalar no edifício. Posteriormente é definido o sistema de montagem dos coletores, são eles: “seguimento solar completo”, no qual os coletores se vão ajustando em orientação e inclinação, relativamente ao movimento do sol, “seguimento num eixo horizontal”, no qual os coletores solares vão ajustando a sua inclinação, sendo a sua orientação fixa, “montagem polar” na qual os coletores se encontram fixas na orientação sul e inclinação de 38°, por fim a “montagem fixa”, é muito idêntica à “montagem polar”, no entanto nesta a orientação e a inclinação são fixas, mas definidas consoante a orientação do edifício e inclinação da cobertura, ou definido pelo requerente. Ver Figura 13.

Sistema Solar Térmico : um único tipo de consumo

Sistema instalado em **Edifício Sta. Maria** (Lisboa)
Necessidades de AQS **regulamentar (REH)** em **1** zona.
Utilizados **1** coletores de modelo **24Sun Thermo V HP3L58-18-A**
com área de abertura **2.21 m²**, formando um painel de **2.2 m²** de abertura total, com **montagem fixa** orientação **0 °** em azimute e inclinação **35 °**.
Armazenamento **central** em **1** depósito de modelo **exemplo 300 l**
utilizado em modo **água sanitária** e numa posição **vertical**
Apoio do tipo **térmico** com rendimento **86%** a **gás natural**
com montagem **em paralelo** e controlo **proporcional** ⓘ
Circuito primário em circulação forçada, tubagens de diâmetro nominal **10 mm**,
comprimento de **4 m** no exterior e **10 m** até ao depósito, isoladas com **poliuretano** de espessura **20 mm**. Fluido circulante com **25%** de anticongelante.
Bombas de potência **20 W** proporcionando um caudal de **18 litro/m²** por hora.
Circuito de distribuição em tubagens de diâmetro nominal **15 mm**,
comprimento de **12 m** para a zona de consumo e isolamento **polietileno** de **10 mm**.

Figura 13 - Campos de preenchimento para determinação da contribuição, relativo ao sistema solar padrão.

No sector do armazenamento é definido em que condições este é realizado, nomeadamente a quantidade e tipo de depósitos acumuladores, e ainda se o armazenamento é centralizado ou distribuído, sendo que estas opções só são possíveis para o caso de edifícios multifamiliares. No armazenamento centralizado as águas são acumuladas num só depósito e daí distribuídas para as residências, no armazenamento distribuído, é colocado um depósito em cada residência.

O sistema de apoio que se encontra na zona de preenchimento é o posteriormente definido no separador relativo ao coletor padrão.

As tubagens das diversas redes, no exterior, no interior e de distribuição (diâmetros, comprimentos e isolamentos), a percentagem de anticongelante existente no fluído circulante, a potência e caudal das bombas, são os últimos dados a inserir, sendo que estes são automaticamente preenchidos aquando da seleção do coletor na respetiva célula. Todos os dados posteriormente referidos têm por base os valores mínimos recomendados na EN12976 de fevereiro de 2001, com as posteriores revisões.

Chegados a este ponto, e estando todos os dados preenchidos, está tudo pronto para a quantificação da energia proveniente do sistema solar térmico proposto ou existente.

No Anexo VIII, encontra-se a folha de cálculo relativa ao cálculo das energias renováveis, onde é possível visualizar a apresentação da folha, e os separadores de cálculo relativos aos sistemas de produção de AQS com aproveitamento de energia solar térmica.

O Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, e posteriores alterações ao mesmo, refere que a instalação de sistemas solares térmicos para aquecimento de água sanitária nos edifícios novos é obrigatória sempre que haja exposição solar adequada. Considera-se que existe exposição adequada à luz solar, quando um edifício disponha de cobertura em terraço ou de cobertura inclinada com água, cuja normal esteja orientada numa gama de azimutes de 90° entre sudeste e sudoeste, não sombreada por obstáculos significativos no período que se inicia diariamente duas horas depois do nascer do Sol e termina duas horas antes do ocaso. Em alternativa à utilização de sistemas solares térmicos, podem ser considerados outros sistemas de aproveitamento de energias renováveis que visem assegurar, numa base anual, a obtenção de energia equivalente ao sistema solar térmico.

7. Plataformas

Ao longo da realização do estágio curricular foram utilizadas diversas plataformas para apoio na realização e conclusão do processo de certificação dos imóveis. As plataformas utilizadas ao longo do estágio profissional estão apresentadas seguidamente.

7.1. Plataforma da ADENE

A ADENE é a Agência para a Energia, é a entidade gestora do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) que visa a avaliação e melhoria do desempenho energético aos edifícios de habitação, comércio e serviços em Portugal. A plataforma da ADENE, é o local no qual são colocados todos os dados e documentos preparados ao longo do processo de certificação. É a partir desta plataforma que são obtidos os certificados ou pré-certificados energéticos.



Figura 14 – *Banner* da plataforma da ADENE.

A plataforma da ADENE permite o preenchimento dos diversos parâmetros, tais como os valores de cálculo, os diversos descritivos das envolventes, sistemas, etc., o *upload* de documentos relativos à fração, entre outros, através da colocação na plataforma de um ficheiro

em formato XML. Caso não exista um ficheiro XML, ou não seja possível carregá-lo para a plataforma, todos os dados e documentos terão de ser colocados manualmente.

Atualmente a plataforma da ADENE, permite através da colocação de um código CPE, relativo ao edifício, determinar a sua localização.

Sendo a ADENE, a Agência para a Energia, é possível ter nela acesso à legislação e informação relativa a todo o processo de certificação, assim como ter acesso aos processos já analisados e concluídos, quer pelo perito qualificado, quer por outros.

7.2. Plataforma Home Energy

A Home Energy é uma empresa pertencente à sociedade EDP – ENERGIAS DE PORTUGAL, S.A., que trabalha a nível nacional, maioritariamente com colaboradores externos, para a certificação energética de edifícios existentes. A empresa na qual se realizou o estágio curricular presta serviços para a Home Energy.

A Home Energy possui uma plataforma que permite a realização da generalidade do processo de certificação referido anteriormente. Na plataforma da Home Energy são colocados dados para a realização de todos os cálculos inerentes ao processo de certificação, assim como a realização do relatório de peritagem e dos diversos descritivos. Esta plataforma tem ainda a capacidade de gerar o ficheiro XML para colocação na plataforma da ADENE.



Figura 15 - *Banner* da plataforma da Home Energy.

7.3. Plataforma de criação e gestão de ficheiros XML

A plataforma de Criação e Gestão de ficheiros XML, como o próprio nome indica, é uma plataforma de geração de ficheiro XML, que servirá para posterior colocação na plataforma da ADENE. Esta plataforma foi desenvolvida pela Flor de Utopia — Sistemas de Informação, Internet e Multimédia, Lda., em conjunto com o ITeCons - Construção, Ambiente, Energia e Sustentabilidade, e surgiu no seguimento da criação da folha de cálculo de avaliação do comportamento térmico e desempenho energético de edifícios.

A plataforma permite criar um ficheiro XML através de um documento gerado pela folha de cálculo de avaliação do comportamento térmico e desempenho energético de edifícios. Para além da criação e gestão de ficheiros XML, a plataforma permite ainda obter folhas de cálculo para avaliação do comportamento térmico e desempenho energético de edifícios, quer para as habitações quer para comércios e serviços, assim como posteriores atualizações.

Nesta mesma plataforma é possível observar a quantidade de ficheiros XML gerados, e permite verificar quais os gerados recentemente.



Figura 16 - *Banner* da plataforma da Flor de Utopia.

7.4. Outras plataformas

Para além das plataformas apresentadas anteriormente, ao longo da realização do estágio e para facilidade de execução ou para confirmação e obtenção de dados foram utilizadas outras plataformas e aplicações como é o caso da plataforma dos CTT, para verificar moradas e códigos-postal, ou do Google Earth, para determinar a localização, coordenadas e orientação de um edifício, por exemplo.

8. Estudo de edifícios de habitação unifamiliar

Num mundo em constante mutação e evolução, no qual se pretende cada vez mais, fazer mais e melhor, através da utilização de novos materiais, equipamentos ou técnicas desenvolvidas, existe de igual forma uma crescente preocupação e sensibilização, por parte das pessoas, para com o meio ambiente, e, ainda que em menor quantidade, para o que é sustentável, tal como é possível constatar na generalidade da nossa sociedade. E, apesar de se poder verificar toda essa preocupação e sensibilização, não passa, na maioria das vezes disso mesmo, nada é feito para alterar o modo de agir da população, tudo isso, pois existe algo que é mais valorizado, o dinheiro.

*“Quando a última árvore cair derrubada, quando o último rio for envenenado, quando o último peixe for pescado, só então daremos conta de que o dinheiro é coisa que não se come”*⁵

O dinheiro é realmente algo importante no dia-a-dia de qualquer sociedade ou país, ou até mesmo no mais remoto local, essa é a verdade, sem ele não é possível viver ou sobreviver, no entanto este não é gerido ou aproveitado da melhor forma. Existem das mais pequenas às maiores atitudes, que podem ajudar a mudar o planeta no qual moramos. A engenharia civil, nomeadamente a área da construção e renovação de edifícios habitacionais, e não só, é uma área com grande margem de progressão no que toca ao meio ambiente e à sustentabilidade.

*“O desenvolvimento sustentável tem alto custo e vai beneficiar futuras gerações, que ainda não votam, nem pagam impostos. Daí vem a grande dificuldade em sensibilizar os governos para a questão.”*⁶

Ao longo de todo o estágio profissionalizante e de todo o processo educativo, nomeadamente e com mais ênfase no mestrado em construções civis, temáticas como sustentabilidade, meio ambiente, gastos e poupanças de dinheiro e energia, assim como tudo que a elas está relacionado, estiveram presentes. No seguimento de toda esta aprendizagem surgiu a ideia de realizar um estudo sobre um edifício de habitação, as suas características e os seus componentes.

O estudo foi dividido em duas fases, uma primeira fase onde se pretendeu estipular do conjunto de características comuns de um edifício de habitação, de que modo estas seriam melhor aplicadas, potenciando o edifício. Numa segunda fase, após a escolha do edifício com melhor comportamento térmico, implementaram-se características “variáveis” e verificou-se a relação custo-benefício e o período de retorno para o investimento das mesmas.

Este estudo pretende, para além de outras situações, demonstrar que é possível ajustar e/ou planear um edifício, potenciando-o e tornando-o mais sustentável, mantendo as condições

⁵ Greenpeace

⁶ Gro Harlem Brundtland

ótimas de utilização/funcionamento e conforto para os seus habitantes e utilizadores. Pretende-se ainda demonstrar que um bom planeamento e estudo na fase de projeto de um edifício, compensa em larga escala o investimento realizado nessa mesma fase.

No presente relatório fez-se um estudo muito ténue, de modo a demonstrar pequenas alterações que se podem fazer num edifício de modo a melhorá-lo. Optou-se por um estudo mais ténue, uma vez que a área em estudo engloba muita matéria, e seria necessário um estudo bastante exaustivo, com um edifício em concreto, para permitir uma avaliação mais concreta e conclusiva.

8.1. Características comuns aos edifícios

Num edifício de habitação existem características e funções ditas comuns ou normais, que, de um modo geral e de forma simplificada, podemos dizer que uma habitação precisa de ter pavimentos, paredes, coberturas e janelas, por exemplo, no entanto, a constituição de cada um deles poderá ser definida de mil e uma maneiras, ao gosto e “carteira” de cada um, o que originará um modo de funcionamento, e um comportamento diferentes.

Nesta primeira fase de estudo, estipularam-se vários pressupostos de cálculo, inalteráveis para cada um dos casos, são eles:

- Edifício de habitação unifamiliar com tipologia T3;
- Pé-direito do edifício com altura de 2,60m;
- O edifício localiza-se numa zona rural, ou na periferia de uma zona urbana, com distância à costa superior a 5km;
- Cobertura plana e paredes em contato com o exterior, e pavimento em contato com o solo;
- Revestimentos exteriores de paredes e coberturas de cor clara, e não ventiladas;
- Paredes exteriores com 0,35 m de espessura, com isolamento repartido ou na caixa-de-ar;
- Não existência de pontes térmicas planas, nos elementos da envolvente exterior;
- Cobertura exterior com isolamento aplicado sobre a laje, e sem qualquer teto falso interior;
- Pavimento térreo sem isolamento perimetral;
- Não existência de vãos opacos nos elementos da envolvente exterior;
- Coeficientes de transmissão térmica, iguais aos valores de referência, previstos para cada uma das zonas climáticas;
- Vãos envidraçados com vidro duplo incolor, caixilharias em alumínio, sem qualquer proteção solar ou dispositivo de oclusão noturna;
- Isolamento térmico contata com caixilharia;

- Os vãos envidraçados não se encontram à face exterior da parede;
- Vãos envidraçados sem elementos de sombreamento assinaláveis;
- Sombreamentos provocados por obstáculos no horizonte, formando um ângulo de 20°, tal como previsto no regulamento para zonas rurais, nas quais não exista um levantamento dimensional desses mesmos obstáculos;
- Sistemas técnicos por defeito, para aquecimento e arrefecimento ambiente, assim como para preparação de AQS;
- Edifício não dispõe de abastecimento de combustível líquido ou gasoso;
- Não consideração de sistemas técnicos de funcionamento com recurso a energias renováveis;
- Renovação de ar horária igual a 0,5 (h⁻¹), tomando para a estação de arrefecimento o valor mínimo regulamentar de 0,6 (h⁻¹).

a) Zona climática

Na realização do primeiro estudo, foram estipuladas três zonas climáticas, de modo a que se tivessem três zonas de estudo com ambientes, quer na estação de aquecimento, quer na estação de arrefecimento, totalmente distintos, obtendo-se assim níveis de agressividade climática diferentes. No quadro 17 encontram-se representadas as três zonas climáticas consideradas e os respetivos dados climáticos das mesmas.

Quadro 17 - Informações relativas às zonas climáticas e respetivos dados.

Zona Climática	Concelho	NUTS III	Altitude (m)	GD	Θ_{ext,i}	Θ_{ext,v}	M_v	M_i
I1V3	Évora	Alentejo Central	221	1150	10,0	24,3	5,3	4,0
I2V2	Paredes de Coura	Minho-Lima	375	1790	7,7	20,1	7,3	4,0
I3V1	Manteigas	Beira Interior Norte	1200	2407	4,9	19,3	7,5	4,0

Apesar de, para o estudo pretendido, a zona climática onde este é efetuado não ter grande relevância, pretendeu-se demonstrar que as exigências construtivas, e de consumos de energia são bastante distintas, tal como é possível visualizar na tabela 18.

Quadro 18 - Valores máximos regulamentares para o coeficiente de transmissão térmica, de elementos da envolvente opaca exterior, em Portugal Continental.

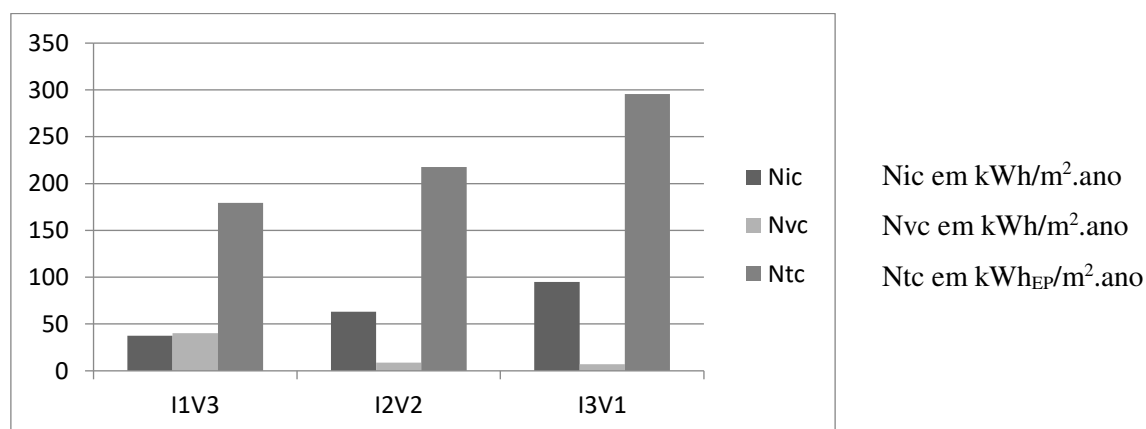
U _{máx} [W/(m².°C)]		Zona Climática		
Portugal Continental				
Zona Corrente da envolvente:		A partir de 31/12/2015		
		I1	I2	I3
Em contato com o exterior ou com espaços não úteis com coeficiente de redução de perdas b _{tr} >0.7	Elementos opacos verticais	0,50	0,40	0,35
	Elementos opacos horizontais	0,40	0,35	0,30
Vãos envidraçados (portas e janelas) (U _w)		2,80	2,40	2,2

Quadro 19 - Fatores solares máximos admissíveis de vãos envidraçados.

$g_{T\text{máx}}$	Zona Climática		
Classe de Inércia	V1	V2	V3
Fraca	0,15	0,10	0,10
Média	0,56	0,56	0,50
Forte	0,56	0,56	0,50

Pretendeu-se igualmente demonstrar que o mesmo edifício, ou seja, um edifício com as mesmas características e considerações, mas localizado em locais distintos, com diferentes condições ambientais, não apresenta obrigatoriamente, resultados idênticos, tal como é possível constatar no gráfico que se apresenta a seguir.

Gráfico 1 - Gráfico de resultados, obtidos numa dada simulação, obtidos para as zonas climáticas utilizadas no estudo



Após a conclusão de todas as simulações, constatou-se que o modelo e as respectivas características definidas para o modelo, com melhor e pior comportamento nas diversas categorias (Nvc, Nic e Ntc), eram os mesmos nas três zonas climáticas em estudo, tal como é possível constatar no Quadro 18.

b) Modelos de estudo

Para a realização do presente estudo foram definidos três modelos, denominados de Modelo A, Modelo B e Modelo C, que apresentam formatos relativamente diferentes, de modo a se verificar qual o formato mais indicado para um edifício de habitação unifamiliar. Cada modelo é constituído por oito blocos, cada um com dimensão de $3 \times 5 \times 2,6$ (m^3), respetivamente a largura, o comprimento e o pé-direito, sendo que se considerou que cada modelo é formado por uma sala (equivalente a 2 blocos), uma cozinha (equivalente a 1 bloco), três quartos (equivalente a 3 blocos), zonas de circulação e instalações sanitárias (equivalente a 2 blocos).

Na formação dos modelos optou-se por geometrias mais simplificadas, sendo o Modelo A formado por um piso de forma retangular, com dimensões $6 \times 20 \times 2,6$ m^3 , o Modelo B formado por um piso de forma aproximadamente quadrada, com dimensões $10 \times 12 \times 2,6$ metros, e o Modelo C formado por dois pisos e de forma retangular, com dimensões $6 \times 10 \times 5,20$ m^3 .

Os dados relativos a cada um dos modelos, tais como forma, dimensões, áreas de paredes, coberturas, entre outros, encontram-se no **Anexo XII**.

c) Classe de inércia

Um outro parâmetro de cálculo que se fez variar foi a inércia térmica, que tal como já foi anteriormente referido, é capacidade de um material armazenar o calor e de o restituir ao longo do tempo, permitindo assim regular a temperatura interior. Um elemento da envolvente, interior ou exterior, por exemplo, que absorva muito calor vai exigir mais tempo para aquecer um certo espaço, mas da mesma forma, irá manter esse espaço aquecido durante mais tempo, relativamente a um material com menor capacidade de absorção.

Conforme a classe inércia do edifício, os valores de máximos admissíveis variam, tal como é possível constatar na Tabela 19.

A classe de inércia de um edifício, por estar diretamente relacionada com a massa interior de um determinado elemento da envolvente, logo, com a constituição do referido elemento, não permite um estudo tão correto como o pretendido, pois originaria pressupostos de cálculo distintos, e possivelmente diferentes dos previstos inicialmente. No entanto entendeu-se que ainda assim, seria possível retirar algumas conclusões de interesse.

d) Vãos envidraçados

Um outro elemento comum num edifício de habitação, são os vãos envidraçados. Atualmente os vãos envidraçados, apresentam papel de destaque no que à construção diz respeito, pela sua vertente estética, mas igualmente por serem fundamentais na iluminação e renovação de ar dos espaços interiores. Existem atualmente no mercado, inúmeras soluções para vãos envidraçados, nomeadamente o tipo de caixilho, o tipo de vidro, ou ainda, do tipo de proteção solar ou dispositivo de oclusão noturna, por exemplo. A escolha da solução a utilizar irá ter repercussões em todo o comportamento do edifício, incluindo o comportamento térmico do mesmo.

A entrada de radiação solar, para o interior de um edifício, ou espaço, vai, para além da natural iluminação do espaço, aquece-lo, sendo que a quantidade de radiação que entra num espaço, irá depender principalmente, do tipo de envidraçado (vidro, caixilho,...), da dimensão dos mesmos, a existência ou não de proteções solares ou dispositivos de oclusão noturna, a existência de elementos ou obstáculos que provoquem sombreamento, a direção para a qual o envidraçado está orientado, a estação do ano ou altura do dia.

Os vãos envidraçados, por se tratarem de elementos diferentes da restante envolvente, e por regra geral, não possuírem nenhum material isolante térmico, apresentam-se como zonas com comportamento térmico inferiores relativamente à referida envolvente, pelo que uma boa escolha e planeamento de soluções para envidraçados irá igualmente reduzir, as perdas de calor na estação de aquecimento.

Na primeira fase de estudo fixaram-se dados sobre os envidraçados, tais como, caixilharia em alumínio com corte térmico, vidro duplo incolor, a não existência de proteções solares ou de elementos de sombreamento. Fizeram-se ainda variar a quantidade de envidraçados, a sua orientação, e a sua distribuição consoante cada face do modelo.

Foram inicialmente estipuladas as quantidades de área envidraçada, tendo em consideração a área de pavimento útil da habitação, tendo sido consideradas três situações de cálculo, correspondendo a primeira uma área de envidraçados igual a 10% da área útil de pavimento, a segunda situação a 15% e a terceira a 20%.

Após a definição das quantidades de envidraçados a utilizar, foram definidas duas formas de distribuição, relativamente às faces do modelo, uma primeira em que a área total de envidraçados a usar em cada uma das faces do modelo é igual, e uma segunda em que é proporcional à área da face, ou seja, na primeira divide-se a $A_{TotalEnv}/4$, na segunda $(A_{TotalEnv}/A_{TotalFaces}) \times A_{Face,i}$. De modo a facilitar o estudo e a explicação do mesmo, nomearam-se as faces dos modelos com as letras A, B, C e D, sendo a face A a face oposta a C, e naturalmente, a face B a oposta da D.

Por fim, relativamente ao estudo dos envidraçados, fizeram-se varias as orientações das faces dos modelos, para cada um dos casos de estudo, fazendo-se orientar as faces AC, para norte/sul, este/oeste, nordeste/sudoeste e noroeste/sudeste.

e) Conclusões/análise de resultados

O estudo, e tal como se tem vindo a referir, não apresenta o muito rigor, uma vez que seria necessária a realização de um estudo bastante mais aprofundado e mais específico. Para o presente estudo foram admitidos bastantes dados e informações, tendo sido ainda consideradas situações que poderão não se verificar para algumas das simulações realizadas. Isto verifica-se, pois, os métodos construtivos, para cada uma das suposições e/ou simulações, poderá não ser o mesmo, nomeadamente para os diferentes casos de inércia térmica, no entanto, e ainda assim, foram tidas as mesmas considerações e pressupostos de cálculo, uma vez que vai permitir conclusões igualmente plausíveis.

Na figura 17 é possível analisar um diagrama simplificado com todos os pontos e simulações realizados ao longo da primeira fase do presente estudo. É possível verificar os pontos principais que se fizeram variar, e as variações respetivas a cada um dos pontos.

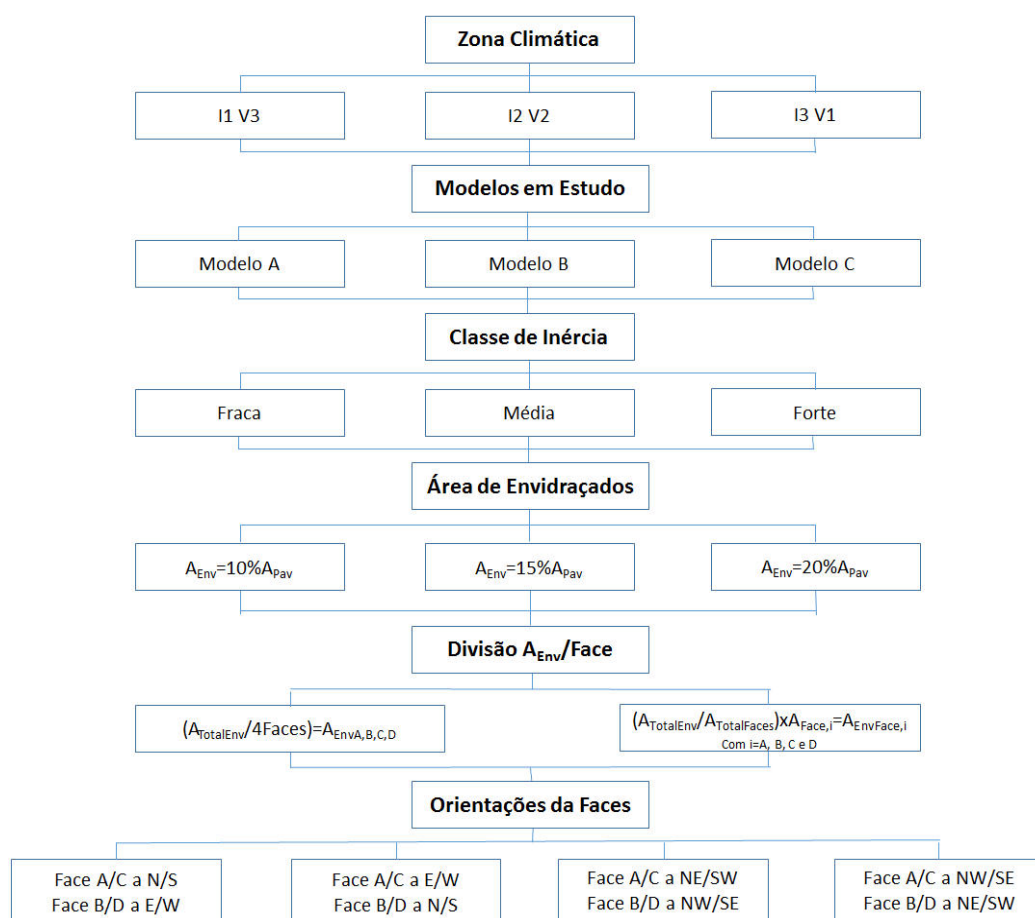


Figura 17 - Diagrama representativo das diversas simulações realizadas ao longo do presente estudo.

Foram realizadas numerosas simulações, perfazendo um total de 486 simulações. O número de simulações previsto inicialmente era de 648, mas, uma vez que se verificou, através da análise dos valores das necessidades finais obtidos, relativos à simulação “Face A/C a NE/SW + Face B/D a NW/SE”, são iguais aos valores obtidos para a simulação “Face A/C a NW/SE + Face B/D a NE/SW”, tendo-se portanto realizado uma dessas simulações. Esta situação é facilmente justificável, uma vez que os valores relativos à acumulação de energia solar acumulada, para a orientação noroeste é igual à orientação nordeste, e para a orientação sudoeste é igual à orientação sudeste, tal como descritos no Despacho 15793-F/2013.

Relativamente às conclusões propriamente ditas, verificou-se aquando da análise da legislação/regulamento, e do preenchimento das folhas de cálculo, que a zona climática com maiores exigências relativamente ao coeficiente de transmissão térmica máximo, é a zona climática I3V1. Relativamente ao fator solar máximo admissível para os envidraçados, este é mais exigente na zona climática I1V3, para as situações de cálculo com inércia térmica fraca. O modelo de estudo C, é aquele que apresenta maiores exigências do ponto de vista da resistência térmica, relativa ao pavimento térreo, de modo a se obter um coeficiente de transmissão térmica igual ao de referência. Analisando as tabelas 3 e 5 do Despacho 15793-K/2013, e a fórmula de cálculo⁽⁸⁾ para determinação do referido coeficiente de transmissão térmica, é possível verificar que este valor depende da área de pavimento útil, do perímetro exposto e da resistência térmica do elemento.

$$B' = \frac{A_P}{0,5.P} \quad (8)$$

B' - Dimensão característica do pavimento, (m)

A_P - Área interior útil de pavimento, medida pelo interior, (m²)

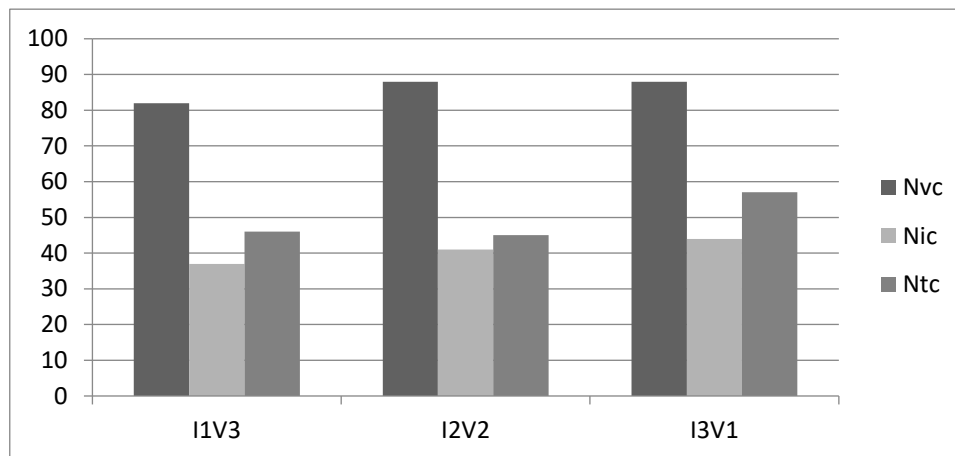
P - Perímetro exposto, caracterizado pelo desenvolvimento total de parede que separa o espaço aquecido do exterior, de um espaço não aquecido ou de um edifício adjacente, ou do solo, medido pelo interior, (m).

Foram utilizados, ao longo do estudo, nomeadamente nas diversas simulações, os respetivos valores de referência, e os pressupostos de cálculo definidos na fase preparatória do estudo. Tendo em consideração o referido anteriormente, referir ainda que não existiu uma única simulação que permitisse verificar a totalidade dos valores regulamentares, nomeadamente o fator solar máximo admissível, as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento do edifício, e necessidades anuais primárias do edifício.

O regulamento não era total ou parcialmente verificado/cumprido, sendo que em todas as simulações o fator solar nunca era verificado, quanto aos outros parâmetros, a percentagem de simulações não verificadas, variam consoante a zona climática, tal como é possível analisar no gráfico 2. O regulamento não era verificado devido, principalmente, às considerações iniciais

que se definiram para a primeira fase de estudo, por exemplo, considerou-se um tipo de vidro com um fator solar superior aos exigidos (ver quadro 19). Por vezes, se não na grande maioria, na fase de projeto de um edifício, são realizados diversos ajustes, por forma a poderem ser verificados todos regulamentos.

Gráfico 2 - Percentagens de simulações não verificadas por zona climática e por parâmetro de avaliação.



Num edifício existem características que são mais proveitosas para a estação de aquecimento, mas que por outro lado não o são para a estação de arrefecimento, verificando-se do mesmo modo se verifica o oposto, existindo igualmente aquelas que são vantajosas para as duas situações. Por exemplo a existência de grande área de envidraçados orientados a sul, na estação de arrefecimento é algo negativo, pois existem muitos ganhos de calor, no entanto para a estação de aquecimento é algo positivo. A existência de elementos de sombreamento para a estação de arrefecimento é algo positivo, no entanto para a estação de arrefecimento é algo negativo. Para obter o conjunto com melhor funcionamento é necessário conjugar o melhor de cada um, e ainda ajustar consoante a estação mais exigente e agressiva.

No Quadro 20 encontram-se representados os modelos e as características utilizadas na simulação, que permitiram obter os melhores e os piores resultados, relativamente às necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento, necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento, e necessidades anuais primárias do edifício, por zona climática.

Quadro 20 – Resumo das melhores e piores simulações, e respectivos valores.

Zona Climática	Parâmetro		Simulação
I1 V3	Nic ⁺	30,85	Modelo C, Inércia Forte, 20%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	Nic ⁻	53,78	Modelo A, Inércia Fraca, 10%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
	Nvc ⁺	27,38	Modelo A, Inércia Forte, 10%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	Nvc ⁻	50,71	Modelo A, Inércia Fraca, 20%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
	Ntc ⁺	164,12	Modelo C, Inércia Forte, 20%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	Ntc ⁻	216,39	Modelo A, Inércia Fraca, 20%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
	CO ₂ ⁺	2,84	Modelo C, Inércia Forte, 20%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	CO ₂ ⁻	3,74	Modelo A, Inércia Fraca, 20%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
Zona Climática	Parâmetro*		Simulação
I2 V2	Nic ⁺	51,98	Modelo C, Inércia Forte, 20%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	Nic ⁻	82,34	Modelo A, Inércia Fraca, 10%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
	Nvc ⁺	3,24	Modelo A, Inércia Forte, 10%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	Nvc ⁻	22,27	Modelo A, Inércia Fraca, 20%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
	Ntc ⁺	191,65	Modelo C, Inércia Forte, 20%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	Ntc ⁻	267,51	Modelo A, Inércia Fraca, 20%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
	CO ₂ ⁺	4,62	Modelo C, Inércia Forte, 20%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	CO ₂ ⁻	3,31	Modelo A, Inércia Fraca, 20%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
Zona Climática	Parâmetro*		Simulação
I3 V1	Nic ⁺	79,63	Modelo C, Inércia Forte, 20%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	Nic ⁻	113,69	Modelo A, Inércia Fraca, 10%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
	Nvc ⁺	2,26	Modelo A, Inércia Forte, 10%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	Nvc ⁻	20,84	Modelo A, Inércia Fraca, 20%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
	Ntc ⁺	259,08	Modelo C, Inércia Forte, 20%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	Ntc ⁻	344,86	Modelo A, Inércia Fraca, 20%Env, Prop Face, Face A/C a E/W
	CO ₂ ⁺	4,48	Modelo C, Inércia Forte, 20%Env, Prop Face, Face A/C a N/S
	CO ₂ ⁻	5,96	Modelo A, Inércia Fraca, 20%Env, Prop Face, Face A/C a E/W

*Nic e Nvc em kWh/m².ano; Ntc em kWh/m².ano; Co² em ton/ano

No **Anexo XIII**, encontram-se os valores resumo de todas as simulações realizadas na primeira fase de estudo.

8.2. Características “variáveis”

Para a segunda fase do estudo, selecionou-se o modelo e as características comuns que originaram o melhor rendimento, de modo a realizar um estudo de melhoramento, aplicando o modelo na zona climática I3V1, por se considerar um ambiente mais próximo ao da região onde se realizou o estágio, a cidade da Guarda.

Para a segunda fase do estudo, selecionou-se o Modelo C, e contendo as seguintes características:

- Inércia Forte;
- $A_{Env}=20\%A_{Pav}$;
- Distribuição da A_{Env} proporcional à A_{Face} ;
- Face A/C orientada a norte/sul e face B/D orientada a este/oeste.

Por vezes no sentido de melhorar o comportamento térmico de um edifício, ou simplesmente, de modo a que se possa cumprir os valores regulamentares, fazem-se pequenos ajustes nas envolventes dos edifícios, nos sistemas técnicos, entre outros. Existem diversos modos de melhorar o comportamento térmico de um edifício, uns mais simples, outros mais exigentes ou complexos, mas no geral todos os componentes de um edifício podem ser melhorados, mas nem sempre, do ponto de vista monetário, essas melhorias são rentáveis. Nesta segunda fase de estudo foram realizadas diversas simulações, relativamente à cobertura, paredes e envidraçados, assim como sistemas técnicos, tendo sido posteriormente avaliado o custo benefício de cada uma dessas simulações, bem como, o respetivo período de retorno.

a) Cor da envolvente

Tudo na natureza apresenta cor, cor essa que é formada e tornada visível, aquando da absorção e reflexão das cores de um dado feixe de luz. Como bem se sabe, um feixe de luz, é formado por várias cores, cores essas, que ao serem refletidos por um corpo, dá essa mesma cor ao corpo, ou seja, um corpo que reflita a cor vermelha, e absorva as restantes cores, apresenta cor vermelha, sendo que para os casos dos corpos com cor preta e branca, todo o feixe de luz é absorvido ou refletido, respetivamente para a cor preta e branca.

A luz é uma fonte de energia, e como tal, quanto mais luz um corpo absorver, mais energia absorve, sendo que na maioria das vezes essa energia acaba por se dissipar sobre a forma de calor. Visto isto, pode-se concluir que as cores têm influência no comportamento de um edifício, o que se considerou interessante estudar, fazendo variar as cores nas diferentes faces de um edifício.

A luz solar apresenta diferentes intensidades, dependendo da estação do ano, hora do dia, orientação da qual é emitido, entre outros. No presente estudo, no sentido de aferir qual a cor que permite um melhor aproveitamento e/ou rendimento do edifício, e, para o caso de

paredes, qual a cor que originará um rendimento superior para cada uma das orientações ou conjunto de orientações.

Relativamente ao estudo das cores da envolvente, realizou-se um total de 3 combinações, tendo-se considerado que todas as faces apresentam a mesma cor em simultâneo, cor clara, cor média e cor escura.

b) Ventilação da envolvente

Um sistema atual, e que se encontra em crescente utilização, é o revestimento que tem como objetivo revestir paredes, coberturas, e pavimentos ventilados, não só pela questão estética, mas também porque é um sistema que funciona como uma segunda pele, e vai impedir, não só a incidência direta da radiação solar, como a constante renovação de ar entre o revestimento e o elemento estrutural propriamente dito, evitando assim que o ar no espaço aqueça, e consequentemente aqueça o corpo do edifício.

No sentido de avaliar a rentabilidade ou não do sistema, foram realizados estudos para o caso de elementos não ventilados, fracamente ventilados ou fortemente ventilados.

c) Vãos envidraçados

Como foi referido anteriormente, os envidraçados de uma habitação permitem, para além de outros, a entrada de radiação solar. Como já foi igualmente referido, a luz solar é uma fonte de energia, e a entrada dessa mesma luz para o interior da habitação, para além da óbvia iluminação do espaço, irá aquecer o mesmo. O aquecimento de um espaço poderá ser visto como um ponto positivo, na estação de aquecimento, ou como um ponto negativo, na estação de arrefecimento, pelo que a sua regulação trará benefícios para o comportamento final do edifício.

Tal como referido no Decreto-Lei n.º 118 de 20 de agosto de 2013, com as alterações introduzidas posteriormente, o fator solar de um envidraçado, é o quociente entre a energia transmitida para o interior através de um vão envidraçado, com o respetivo dispositivo de proteção, e a energia da radiação que nele incide. Existem atualmente inúmeros métodos e equipamentos que permitem regular a energia transmitida para o interior através de um vão envidraçado, tais como, vidros com capas de controlo solar, vidros coloridos, proteções solares interiores e/ou exteriores, obstáculos ou elementos de sombreamento, por exemplo. Estes métodos ou equipamentos permitem reduzir/regular a entrada de energia solar.

Para a presente fase de estudo, relativa aos vãos envidraçados, consideraram-se quatro hipóteses principais de cálculo. Nas primeiras duas hipóteses colocaram-se proteções solares, numa delas pelo interior, na outra pelo exterior do envidraçado, enquanto que nas duas hipóteses seguintes consideraram-se elementos de sombreamento horizontais.

Relativamente às duas primeiras hipóteses onde se colocara proteções solares, não foram considerados quaisquer elementos ou obstáculos de sombreamento, para além dos já

considerados devido a obstáculos no horizonte. Como dispositivos de proteção solar considerou-se na primeira hipótese uma proteção aplicada pelo interior, em cortinas opacas de cor clara, e na outra hipótese uma proteção exterior em portadas opacas de madeira, igualmente de cor clara. Optou-se pelas opções de proteção solar referidas anteriormente, por se ter verificado que apresentam diferentes fatores solares entre si, sendo que a proteção prevista pelo exterior apresenta um fator solar reduzido, e a proteção prevista pelo interior apresenta um fator solar relativamente superior, permitindo assim obter resultados diferentes, e obter algumas conclusões acerca deste tema. A colocação de proteções solares ou dispositivos de oclusão noturna, vai ainda reduzir o coeficiente de transmissão térmica, reduzindo consequentemente as trocas de calor entre o interior e o exterior do edifício.

Quadro 21 - Resumo dos valores do coeficiente de transmissão térmica e do fator solar, de cada solução.

Solução	U	$g_{\perp r}$
Sem proteção (Solução inicial)	2,20	0,75
Cortina opaca interior de cor clara	2,05	0,37
Portada opaca de madeira exterior de cor clara	1,80	0,03

Para as outras duas hipóteses, onde se consideraram elementos de sombreamento horizontais, sem qualquer dispositivo de proteção solar, estipularam-se duas situações, sendo que em ambas, o ângulo medido entre o envidraçado e o elemento de sombreamento perfaz 25°. O modo de determinação encontra-se já explanado no ponto 6.2. O elemento de sombreamento deverá ter cerca de 75 cm, tendo em consideração que os vãos apresentam 2 m de altura, e os elementos de sombreamento são aplicados a 2,60 m de altura, medidos desde a base do envidraçado. Numa das situações considerou-se que o elemento de sombreamento é fixo, logo que causa sombreamento na estação de aquecimento ou de arrefecimento, caso das palas ou varandas de betão armado, e que na outra situação o elemento de sombreamento é variável, causando sombreamento apenas na estação de arrefecimento, caso das parreiras de videiras, que ao longo da estação de arrefecimento apresentam folhagem, e na estação de aquecimento esta desaparece.

Em todas as hipóteses de cálculo referidas anteriormente, todas as simulações efetuadas, são as mesmas em cada uma das hipóteses, tendo-se feito variar as faces e a quantidade das mesmas, onde se aplicou as situações previstas para cada hipótese.

Relativamente aos vãos envidraçados, e às hipóteses consideradas, proteção solar interior, proteção solar exterior, sombreamentos em todo o ano, e sombreamentos na estação de arrefecimento, existem inúmeras simulações que se poderiam ter efetuado, mas que se deixa

para uma fase mais precisa dum estudo real dum edifício. Algumas das simulações que se poderiam ter efetuado são relacionadas às cores das proteções solares, a conjugação de duas ou mais proteções solares num edifício, a conjugação de proteções solares com elementos de sombreamento, entre outros.

d) Reforço de isolamento

Considerou-se também, nesta fase de estudo, um reforço de isolamento na cobertura e paredes exteriores, para além do previsivelmente existente nas envolventes. Como foi inicialmente referido, foram tomados, como valor dos coeficientes de transmissão térmica, para os diversos elementos da envolvente, os valores de referência previstos numa dada zona climática, tendo então nesta segunda fase, sido realizadas duas simulações onde se reforçou tanto a cobertura como as paredes, com 2 e 4 cm de isolamento do tipo XPS.

Na avaliação do custo/benefício, relativo aos reforços de isolamento, foi considerado, para o custo desta medida, apenas o custo do material. Foi assim definido pois, aquando da construção e montagem do elemento relativo à simulação inicial, estimou-se que já existiria a aplicação de um isolamento térmico, e o custo de aplicação desse isolamento é o mesmo que o dos reforços das simulações.

Quadro 22 - Coeficientes de transmissão térmica inicial e com os reforços de isolamento.

Elemento Envolvente	Simulação	Coeficiente de transmissão térmica	
Cobertura exterior	Inicial	$U^{asc}=0,30$	$U^{desc}=0,29$
	+2cm	$U^{asc}=0,26$	$U^{desc}=0,25$
	+4cm	$U^{asc}=0,23$	$U^{desc}=0,22$
Parede exterior	Inicial	$U=0,35$	
	+2cm	$U=0,29$	
	+4cm	$U=0,25$	

e) Sistemas técnicos

Para a fase final do estudo, e dentro da simulação que mais rentabilidade apresentou, foram realizadas três novas simulações, nas quais se fizeram variar três sistemas técnicos, tendo sido posteriormente analisado qual o seu contributo na classe energética, e qual o mais rentável.

Foi inicialmente previsto um sistema solar térmico para preparação de águas quentes sanitárias, com apoio efetuado por resistência elétrica e um depósito de 300 litros. Relativamente ao depósito de acumulação de AQS, considerou-se a capacidade pré-definida na folha de cálculo, no entanto, a dimensão do depósito, poderá ser determinada, tendo por base o

consumo médio diário. O consumo médio diário, determina-se tendo por base o consumo de 40 litros por habitante/dia, multiplicado por um fator de eficiência hídrica.

Posteriormente, e no seguimento do incentivo de sistemas com funcionamento a energias renováveis, propôs-se uma caldeira a biomassa interligada a radiadores, numa fase inicial, apenas para aquecimento ambiente da totalidade do edifício. O último sistema proposto, foi uma bomba de calor para aquecimento e arrefecimento ambiente do edifício.

Por fim, no final das simulações, foram conjugados os diversos sistemas técnicos, nomeadamente o painel solar com a caldeira a biomassa, e o painel solar com a bomba de calor. Para o caso do painel solar e da caldeira a biomassa considerou-se ainda que o painel solar é responsável pela preparação de AQS na estação de arrefecimento, e a caldeira a biomassa é responsável pelo aquecimento ambiente, e pela preparação de AQS na estação de aquecimento.

Apresentam-se no Quadro 23, os sistemas A, B e C, com o respetivo rendimento, classe energética do sistema e custo da aplicação dos mesmos.

Quadro 23 - Resumo dos sistemas técnicos utilizados.

	Sistema Técnico	Rendimento	Classe Energética
A	Sistema solar térmico	(ver Nota)	
B	Caldeira a biomassa	93 %	A
C	Bomba de calor	EER = 3,1 COP = 3,2	A

Nota: Os dados relativos ao coletor solar encontram-se no **Anexo XIV**, nomeadamente o certificado solar keymark e o relatório de cálculo.

f) Conclusões/Análise de resultados

Ao longo da presente fase de estudo, bem como na fase anterior, foram realizadas numerosas simulações, simulações essas que serviram para aferir algumas situações de planeamento de edifícios, outras para demonstrar que um pequeno detalhe importa, e por fim, que um bom planeamento, o que não implica ser sinónimo de maior investimento, poderá fazer toda a diferença, numa poupança significativa a curto e longo prazo.

Relativamente à cor das envolventes, constatou-se, através da análise das expressões de cálculo das necessidades, que as mesmas apenas terão influência na estação de arrefecimento. Uma vez que cores escuras absorvem mais radiação, e assim sendo, cores claras absorvem menos, optar por cores claras permite obter melhor comportamento térmico para um edifício.

A utilização de revestimentos de fachadas ou coberturas fracamente ou fortemente ventilados, tal como a cor das envolventes, apenas tem influência na estação de arrefecimento,

sendo que para a zona climática em estudo, e avaliando a relação custo/benefício, é uma medida, que do ponto de vista da térmica, não se apresenta como sendo uma medida rentável.

Os coeficientes de transmissão térmica estimados para a primeira fase de estudo, foram definidos como iguais aos coeficientes de transmissão térmica de referência, sendo que o aumento da quantidade de isolamento de um dado elemento, irá originar valores do coeficiente de transmissão térmica inferiores aos de referência, logo originará uma poupança de energia relativamente a este. Esta medida, após a realização das simulações e da avaliação da relação custo/benefício, apresentou-se como a medida rentável, mais propriamente o reforço isolamento em paredes exteriores, estando representados na tabela seguinte os resultados obtidos nas referidas simulações.

Quadro 24 - Avaliação das simulações relativas ao reforço de isolamento.

Elemento	Área (m ²)	Reforço (cm)	Custo medida (€)	Poupança (€/ano)	Período de retorno (anos)	Poupança (€) em	
						10 anos	20 anos
Cobertura	60	+2	180	25	7,2	70	320
		+4	270	40	6,8	130	530
Paredes	142,40	+2	430	80	5,4	370	1170
		+4	645	135	4,8	705	2055

A colocação de elementos de sombreamento irá reduzir a quantidade, ou até impedir, a passagem de radiação solar que entra para um espaço através do vão envidraçado, reduzindo assim os ganhos de calor por este elemento. A utilização de elementos de sombreamento, que provoquem sombreamento nas estações de aquecimento e arrefecimento, vão reduzir os ganhos de calor nessas mesmas estações, tendo um efeito prejudicial na estação de aquecimento e o oposto na estação de arrefecimento.

A zona climática em estudo, I3V1, apresenta-se como uma zona agressiva na estação de aquecimento, e suave na estação de arrefecimento, pelo que a estação com maior peso no rendimento total de um edifício será a estação de aquecimento. A utilização de elementos de sombreamentos ao longo do ano, não se apresenta como uma medida rentável, bem pelo contrário, a utilização de elementos de sombreamento na estação de arrefecimento por sua vez, apresenta-se como uma medida viável.

Considerou-se, na situação de sombreamento na estação de arrefecimento, para a determinação dos custos de aplicação de uma videira, e respetiva estrutura de suporte, o valor de 25 € por unidade, um valor admissível. Considerou-se ainda que nas faces A e C, nas quais se

encontram os envidraçados de maiores dimensões, seriam colocadas três videiras, e nas faces B e D, seriam colocadas apenas duas.

Conforme referido anteriormente, fizeram-se variar, nas diversas simulações, as faces, ou conjunto de faces, que apresentavam elementos de sombreamento, tendo-se selecionado, de dentro dessas simulações, as duas que apresentavam os melhores resultados, relativamente às necessidades nominais anuais globais de energia primária, e procedeu-se a um estudo do custo/benefício das mesmas. Apresenta-se Quadro 25, um resumo dos resultados obtidos.

Quadro 25 - Avaliação das simulações relativas aos elementos de sombreamento na estação de arrefecimento.

FACES sombreadas	Ntc (kWhep/m ² .ano)	Custo medida (€)	Poupança (€/ano)	Período de retorno (anos)	Poupança (€) em	
					10 anos	20 anos
Faces C,D	257,55	125	15	8,3	25	175
Faces B,C,D	257,13	175	20	8,8	25	225

Relativamente ao uso de proteções solares ou dispositivos de oclusão noturna, estes permitem, para além da oclusão entre o interior e o exterior do edifício, regular as trocas de calor e os ganhos solares. A utilização de proteções solares ou dispositivos de oclusão noturna, irá fornecer ao vão envidraçado, uma resistência térmica adicional, reduzindo assim o coeficiente de transmissão térmica, e ao mesmo tempo irá permitir reduzir o fator solar do vão envidraçado.

A utilização de uma proteção solar interior, neste caso uma cortina opaca de cor clara, representa um custo de investimento inferior, relativamente à utilização de uma proteção solar exterior, neste caso, uma portada opaca em madeira de cor clara. No entanto, a proteção solar exterior, apresenta valores inferiores para o coeficiente de transmissão térmica e para o fator solar.

Os custos definidos para as proteções solares, utilizados no estudo, tiveram por base catálogos de empresas e informações fornecidas por construtores, tendo-se considerado um preço de 25 €/m² para as cortinas opacas, e de 60 €/m² para as portadas.

Conforme referido anteriormente, fizeram-se variar, nas diversas simulações, as faces, ou conjunto de faces, que apresentavam proteções, tendo-se selecionado, de dentro dessas simulações, as três que apresentavam os melhores resultados, relativamente às necessidades nominais anuais globais de energia primária, e procedeu-se a um estudo do custo/benefício das mesmas. Apresenta-se no Quadro 26, um resumo dos resultados obtidos.

Quadro 26 - Avaliação das simulações relativas às proteções solares.

Proteção solar ou dispositivo de oclusão	Fases com proteção solar	Ntc (kWhep/m ² .ano)	Custo medida (€)	Poupança (€/ano)	Período de retorno (anos)	Poupança (€) em	
						10 anos	20 anos
Cortinas opacas interiores de cor clara	Todas as faces	252,34	610	60	10,2	-	590
	Fases A,B,C, ou A,C,D	253,94	495	45	11	-	405
	Fases B,C,D	253,6	420	45	9,3	30	480
Portadas opacas exteriores de cor clara	Todas as faces	240,09	1440	155	9,3	110	1660
	Fases A,B,C, ou A,C,D	246,04	1170	110	10,6	-	1030
	Fases B,C,D	243,56	990	130	7,6	310	1610

Relativamente aos sistemas técnicos, a implementação de sistemas técnicos para climatização ou preparação de AQS, com boa eficiência, permite obter, relativamente à simulação com os sistemas por defeito, bons resultados, e duma forma geral, permite consideráveis poupanças de energia e de retorno do investimento. Nas simulações realizadas obtiveram-se essas mesmas conclusões, as quais se encontram resumidas no Quadro 27.

Quadro 27 - Avaliação das simulações relativas às proteções solares, com determinação dos custos da medida, poupança anual, a 10 e 20 anos, e o período de retorno da medida.

Sistemas Técnicos	Ntc (kWhep/m ² .ano)	Custo Medida (€)	Poupança (€/ano)	Período de Retorno (anos)	Poupança (€) em	
					10 anos	20 anos
Coletor solar	217,53	3.500	340	10,3	-	8.300
Caldeira a biomassa	60,02	7.000	1.115	6,3	4.150	15.300
Bomba de calor	121,97	4.500	1.120	4,2	6.700	17.900
Coletor solar + Caldeira a biomassa	7,89	10.500 €	1.515	7,0	4.650	19.800
Coletor solar + Bomba de calor	80,42	11.500	1.460	7,9	3.100	17.700

Após a análise das diversas simulações, considerou-se que apenas três delas se apresentavam verdadeiramente como viáveis, o reforço de isolamento em parede e coberturas, a aplicação de portadas opacas em madeira de cor clara, nos vãos envidraçados, e a utilização de sistemas técnicos.

Realizou-se um estudo final utilizando o edifício base e aplicando um reforço de isolamento nas paredes e na cobertura, pois apesar do investimento inicial ser relativamente grande, é possível observar que a poupança a médio/longo prazo também o é. A aplicação de proteções solares ou dispositivos de oclusão noturna nas faces B, C e D, pois apresenta um investimento inicial consideravelmente inferior, um retorno mais rápido, e apesar de apresentar uma poupança a médio/longo prazo inferior, relativamente à situação onde se colocou proteções nas quatro faces, apresenta igualmente menores necessidades de ações de limpeza e manutenção, por exemplo. Inclui-se no estudo final, e apesar do custo de investimento inicial consideravelmente elevado, apresentam períodos de retorno inferiores a 10 anos e uma poupança a 20 anos bastante significativa.

Para a simulação final obtiveram-se os resultados apresentados nos Quadros 28 e 29.

Quadro 28 - Valores resumo das simulações inicial e final.

Simulação	Nic (kWh/m ² .ano)	Nvc (kWh/m ² .ano)	Ntc (kWh/m ² .ano)	CO² (ton/ano)
Inicial	79,63	9,46	259,08	4,48
Final	68,09	3,0	2,50	0,04

Quadro 29 – Avaliação da simulação final.

Custo medida (€)	Poupança (€/ano)	Período de retorno (anos)	Poupança em (€)	
			10 anos	20 anos
12.405	1.795	6,9	5.545	23.495

A utilização de mais e melhores isolamentos térmicos, de melhores vãos envidraçados (caixilhos e vidros, por exemplo), a utilização de equipamentos de elevada eficiência, a implementação de dispositivos de oclusão ou de proteção solar, assim como da generalidade dos materiais relativos a um edifício, assim como de forma geral no dia-a-dia, requerem por vezes custos de investimento inicial, para sua aquisição e aplicação, superior, mas no entanto, são normalmente opções que se vem a mostrar rentáveis no futuro.

Referir por fim que os valores relativos à poupança de energia, e consequentemente, de dinheiro, são meramente representativos e indicativos, obtidos através de situações padrão de consumo, utilização, entre outros, e considerando os sistemas de climatização por defeito.

O cálculo realizado para a poupança de energia tem por base valores estipulados nos regulamentos, pelo que a alteração de certos fatores, ou comportamentos, irá ter influência na poupança de energia de um dado edifício. A utilização de um esquentador, por exemplo, com umas dadas características, e com funcionamento a gás butano, representa custos e poupanças diferentes, relativamente ao mesmo equipamento, mas com funcionamento a gás natural. Se se gastar um litro de combustível por dia, com um combustível X a custar 10€/litro, e um combustível Z a custar 15€/litro, ao aplicar uma medida que reduza o consumo de combustível para metade, será obtida uma poupança superior para o caso de combustível Z (7,50€), do que para o combustível X (5€).

Como foi possível verificar a simples utilização de um combustível mais barato, irá originar uma poupança, relativamente à situação inicial, inferior, ou seja um período de retorno superior, e assim sucessivamente. Tal como o exemplo anteriormente exposto, existem inúmeros fatores que tem influência no gasto ou poupança de energia e dinheiro, exemplo disso são;

- O tipo de combustível do equipamento de aquecimento, arrefecimento ou preparação de AQS;
- Rendimento dos equipamentos referidos;
- Padrão e horas de funcionamento dos equipamentos;
- Padrão de utilização diária, mensal ou anual, por exemplo, do edifício;
- Outros.

No **Anexo XV**, encontram-se os valores resumos dos resultados obtidos para as diversas simulações, realizadas ao longo da segunda fase de estudo.

Para a presente fase de estudo, e respetivo modelo e suas características, concluímos então que:

Quadro 30 - Resumo da viabilidade das medidas avaliadas

Medida			Vantajosa? (sim/não)
Variação da cor das envolventes	Cobertura	Clara	Não
		Média	
		Escura	
	Paredes	Clara	Não
		Média	
		Escura	
Ventilação da envolvente	Cobertura	Não ventilada	Não
		Fracamente	
		Fortemente	
	Paredes	Não ventilada	Não
		Fracamente	
		Fortemente	
Vãos envidraçados	Proteção solar e/ou dispositivos de oclusão noturna	Interior	Sim
		Exterior	
	Elementos de sombreamento	Estação de aquecimento e arrefecimento	Não
		Estação de arrefecimento	Sim
Reforço de isolamento (coberturas e paredes)	Coberturas	+2 cm	Sim
		+4 cm	
	Paredes	+2 cm	Sim
		+4 cm	
Sistemas técnicos	Coletor solar		Sim
	Caldeira a biomassa		
	Bomba de calor		
	Coletor solar + caldeira a biomassa		
	Coletor solar + bomba de calor		

9. Conclusão

Num edifício, o comportamento térmico, está em muito relacionado com os consumos apresentados, provocados pelas necessidades de aquecimento e arrefecimento ambiente, bem como de preparação de AQS. A ADENE refere que o setor dos edifícios é responsável, na Europa, pelo consumo de aproximadamente 40% da energia final produzida. Este indicador demonstra direta e indiretamente o peso que os edifícios têm sobre o ambiente, tornando os edifícios pontos importantes a “atacar” para a sustentabilidade do nosso planeta.

Como referido, grande parte do consumo de energia dos edifícios está relacionada com as necessidades de climatização e produção de AQS. Uma melhoria do comportamento térmico dos edifícios passa portanto, pela redução das necessidades de climatização (através do reforço de isolamento de paredes, pavimentos e lajes, e reforço/alteração de vãos opacos e envidraçados), e pela utilização de equipamentos com rendimentos superiores e/ou utilizar equipamentos com funcionamento a energias renováveis.

Os estudos do comportamento térmico de edifícios existentes realizados ao longo do estágio permitiram concluir que existe uma construção dita “pobre” na generalidade das zonas onde se realizaram as visitas obrigatórias, fruto da história, e do modo de construção à época dos edifícios estudados. Foi verificado ao longo das visitas que não existe, ou não existiu ao longo da fase de construção, uma preocupação por parte do proprietário com as questões relacionadas com o comportamento térmico dos edifícios. Verificou-se, no entanto, que essas preocupações existiam por parte de proprietários mais jovens ou ex-emigrantes Portugueses espalhados pelo mundo. A situação de despreocupação, verifica-se muito devido à intenção do proprietário em se desfazer do imóvel, ou pela falta de conhecimento relativo às vantagens de um edifício eficiente.

A divulgação/difusão das vantagens de um edifício com um comportamento térmico melhorado, deverá partir dos governos e das pessoas que trabalham nesta área.

Existem atualmente em toda a União Europeia fundos de apoio e incentivos promovidos quer pelo próprio país, quer pela União Europeia. Estes fundos e incentivos são bastante importantes e motivadores para os proprietários, que veem assim uma redução de custos quer em impostos, quer na fase de renovação do imóvel. Verificou-se no entanto que durante os oito meses de estágio, que na empresa onde este se realizou, não existiu nenhum pedido de certificado energético ou estudo energético com o intuito de aceder aos diversos apoios e incentivos. Podendo-se portanto concluir que a simples existência de apoios/incentivos em nada veio alterar a mentalidade das pessoas, devendo existir por parte das entidades públicas e privadas a preocupação de informar, formar e sensibilizar as pessoas para as questões ambientais, neste caso, relativas aos edifícios. Uma melhor formação e divulgação destes temas, tem a capacidade de mudar mentalidades.

Para a fase de projeto e construção de um edifício de habitação, e no seguimento do que foi demonstrado nas fases de estudo do presente relatório, um bom planeamento de um edifício é fundamental no comportamento do mesmo. Cabe não só ao proprietário do edifício, mas aos técnicos responsáveis pelo projeto/construção informar e incutir no proprietário, que um bom planeamento, a aplicação de mais e melhores isolamentos térmicos, a aplicação de proteções solares e/ou dispositivos de oclusão noturna, a utilização de melhores equipamentos para climatização e preparação de AQS, a utilização de equipamentos com funcionamento a energias renováveis, entre outros, mais do que cumprir exigências regulamentares, resultam na poupança de energia, e consequentemente de dinheiro.

10. Bibliografia

- Afonso, Ana Rita Paulino (2012), *Pontes térmicas: perdas térmicas lineares, valores por defeito*, U.Porto, Porto, Portugal;
- Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de agosto, e posteriores alterações, Diário da República, 1.^a série;
- Despacho 15793/2013 de 3 de dezembro, e posteriores retificações, Diário da República, 1.^a série;
- dos Santos, Carlos A. Pina e outros (2006), *Informações Científicas e Técnicas – Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente de edifícios*, 1.^a Edição, LNEC, Lisboa, Portugal;
- Faustino, Cláudio Ribeiro (2012), *Influência dos Vãos Envidraçados no Desempenho Energético de Edifícios*, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal;
- Portaria 349-A/2013 de 29 de novembro, e posteriores alterações, Diário da República, 1.^a série;
- Portaria 349-B/2013 de 29 de novembro, e posteriores alterações, Diário da República, 1.^a série;
- Portaria 349-C/2013 de 2 de dezembro, e posteriores alterações, Diário da República, 1.^a série;
- Portaria 349-D/2013 de 2 de dezembro, e posteriores alterações, Diário da República, 1.^a série;
- Portaria 353-A/2013 de 4 de dezembro, e posteriores alterações, Diário da República, 1.^a série;

<http://www.adene.pt/certificacao-energetica-de-edificios>

<http://www.adene.pt/sce/legislacao-0>

<http://www.itecons.uc.pt/>

<http://www.futureng.pt/coeficiente-de-condutibilidade-termica>

<http://www.amorimisolamentos.com/vantagens/inercia-termica/>

<http://www.futureng.pt/inercia-termica>

<http://www.tecmundo.com.br/programacao/1762-o-que-e-xml-.htm>

<http://www.infoescola.com/fenomenos-opticos/como-surgem-as-cores/>

<http://www.archdaily.com.br/br/775512/conheca-as-vantagens-das-fachadas-ventiladas>

<http://www.ecoarkitekt.com/eficiencia-energetica/factor-solar-dos-vaos-envidracados/>

<https://www.mensagenscomamor.com/mensagem/115330>

<https://www.mensagenscomamor.com/mensagem/115327>



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Índice de Anexos

- Anexo I** – Capa de arquivo tipo utilizada para os processos de certificação;
- Anexo II** – Declaração de visita relativa ao processo de certificação energética;
- Anexo III** – Levantamento dimensional e das características do imóvel, efetuado aquando da visita obrigatória;
- Anexo IV** – Plantas dos diversos pisos do imóvel;
- Anexo V** – Cálculos auxiliares;
- Anexo VI** – Folha de cálculo ventilação;
- Anexo VII** – Folha de cálculo de avaliação do comportamento térmico e do desempenho energético de edifícios, da simulação final do estudo realizado;
- Anexo VIII** – Folha de cálculo de avaliação de sistemas de fontes de energia renováveis;
- Anexo IX** – Estudo das medidas de melhoria;
- Anexo X** – Relatório de peritagem;
- Anexo XI** – Certificado energético;
- Anexo XII** – Modelos em estudo;
- Anexo XIII** – Resumo dos resultados obtidos para as várias simulações da primeira fase de estudo;
- Anexo XIV** – Resultados dos cálculos relativos aos coletores solares padrão e sistema proposto, ao longo da segunda fase de estudo;
- Anexo XV** – Resumo dos resultados obtidos para as várias simulações da segunda fase de estudo.

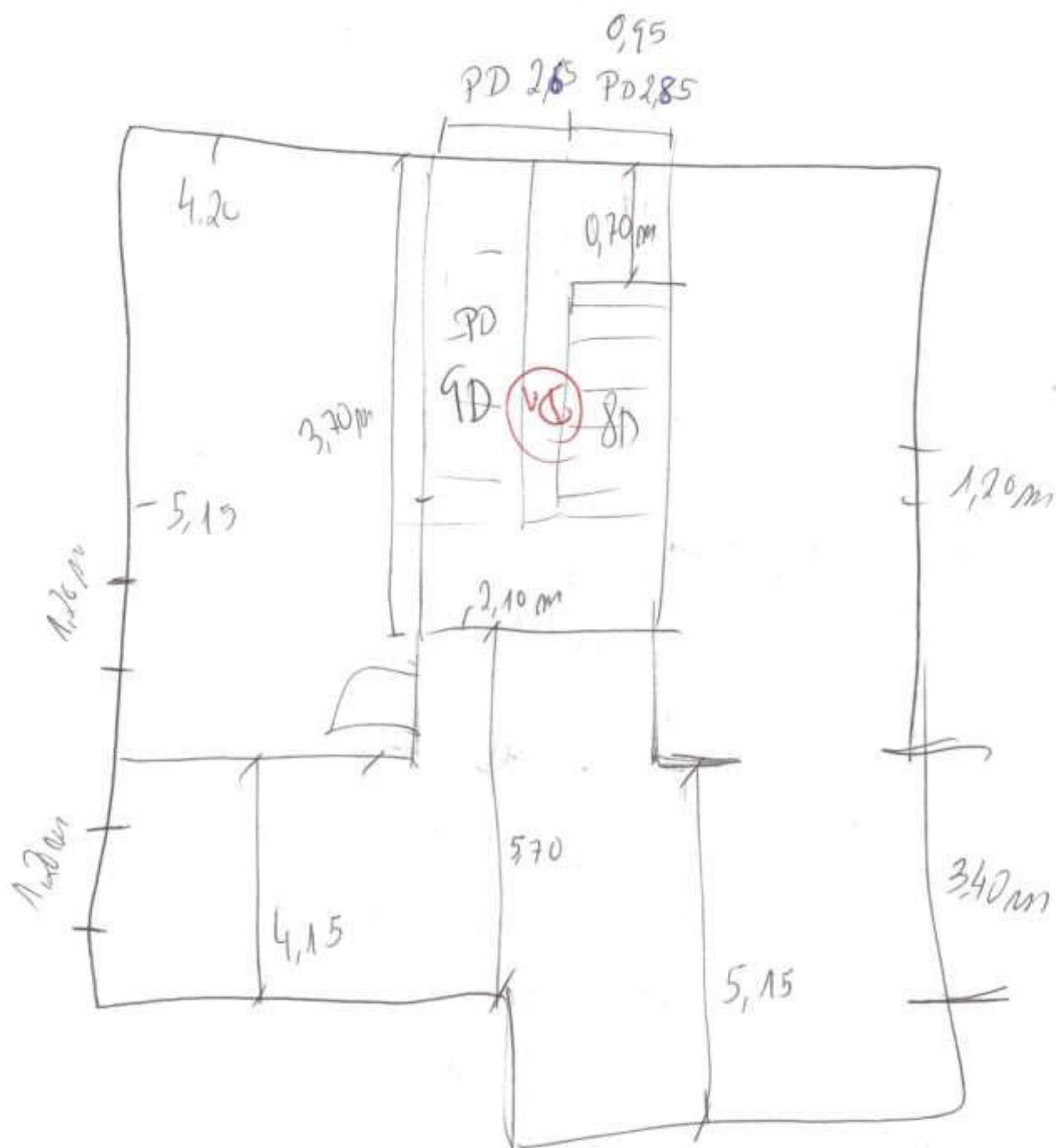


Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo I

Levantamento dimensional e das características do imóvel, efetuado aquando da visita obrigatória

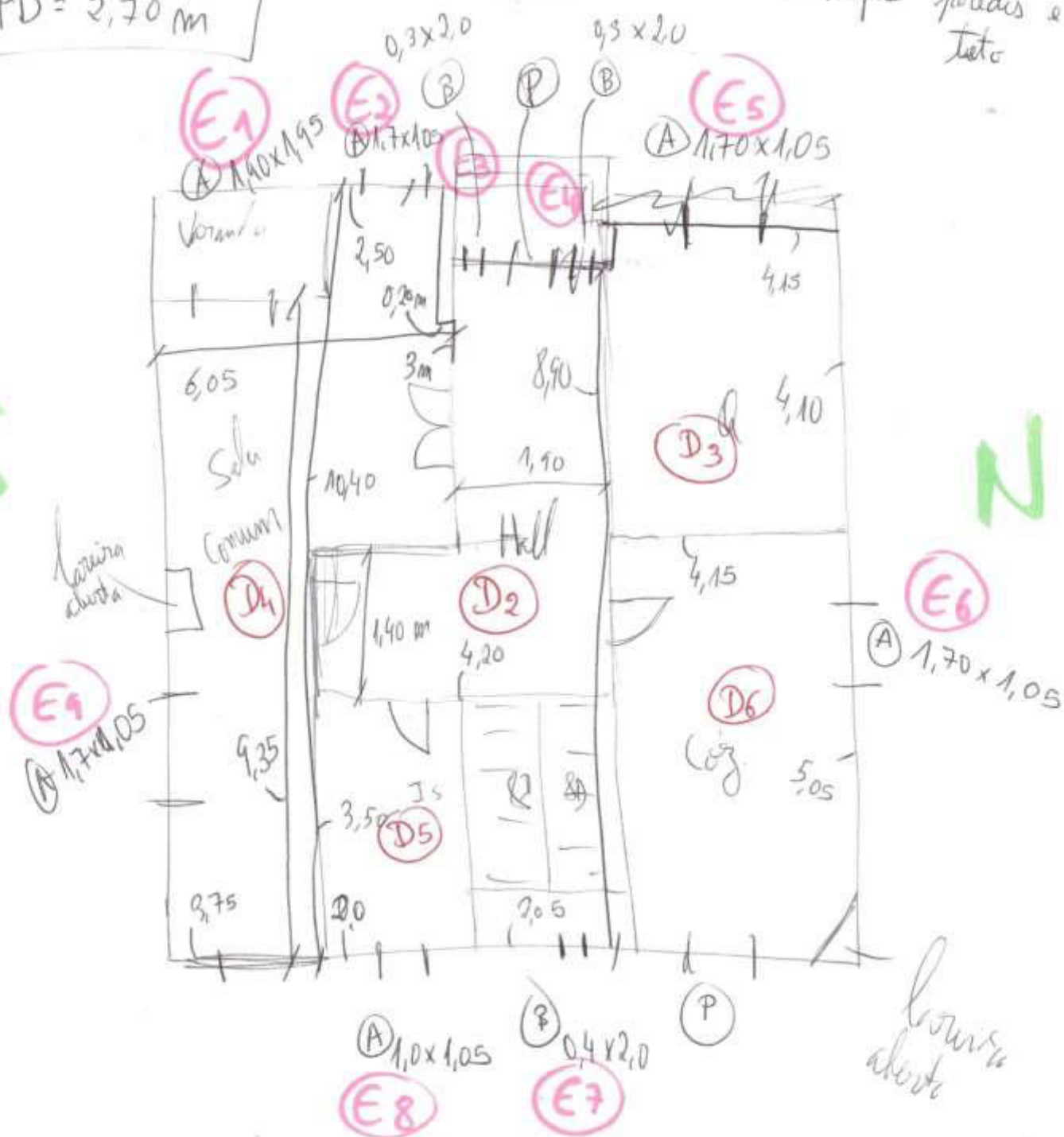


(B) Cx alum, ^{lacrado} S/CT, S/dans ferr, folhas gret,
 S/proteção

$P_{ext} = 0,35 \text{ m}$
 $P_{div} = 0,15 \text{ m}$
 $E_{laje} = 0,23 \text{ m}$

PD = 2,70 m

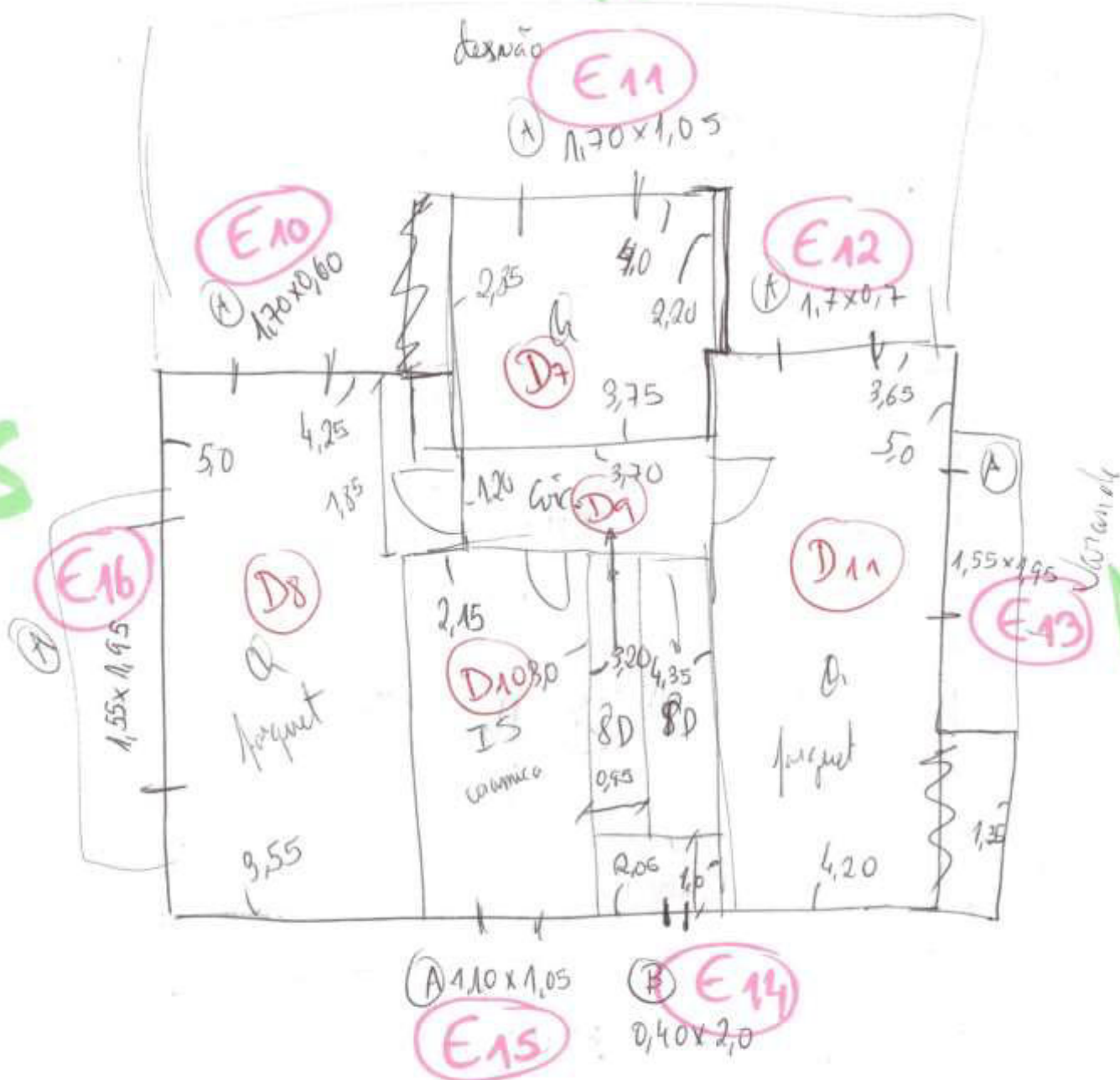
estruque paredes e teto



Ⓐ Alum lacada, S/CT, S/dans form, folhas correr,
VD (6-8mm) incolor, pers. regras alumínio cor escura ext.

PD = 2,65 m

Ⓑ = Ⓐ folhas fixas, S/prot.



1º ANDAR





Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo II

Declaração de visita relativa ao processo de certificação energética



AGÊNCIA PARA A ENERGIA



Certificação Energética
e Ar Interior
EDIFÍCIOS

DECLARAÇÃO RELATIVA AO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA

Ao abrigo do disposto no ponto 3.2 no Anexo I da Portaria 349-A/2013 de 29 de Novembro

O PERITO QUALIFICADO:

Nome * _____

Nº * PQ _____

Telefone _____ E-mail _____

1 PROPRIETÁRIO / DECLARANTE

Nome/Designação * _____

Endereço * _____

Localidade * _____ Código Postal * _____ Freguesia * _____ Concelho * _____

Telefone / Telemóvel * _____ E-mail * _____ ☐ não dispõe de e-mail Contribuinte * _____

2 IDENTIFICAÇÃO DO EDIFÍCIO / FRAÇÃO

Código de Ponto de Entrega (CPE) _____ O CPE encontra-se disponível na fatura do fornecedor de energia elétrica

Endereço * _____

Localidade * _____ Código Postal * _____ Freguesia * _____ Concelho * _____

Conservatória n.º * _____ do Registo do Predial de * _____ sob o n.º * _____

Distrito * _____ Concelho * _____ Freguesia * _____ Artigo Matricial n.º * _____ Fração _____

(correspondente aos 6 dígitos do código de freguesia disponível na caderneta predial)

3 DOCUMENTAÇÃO

Marcar documentação solicitada e fornecida ao Perito Qualificado:

- | | | | |
|--|--------------------------|--|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> Caderneta predial | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Especificações técnicas dos materiais e/ou sistemas construtivos utilizados | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Certidão de registo predial | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Ficha técnica dos equipamentos instalados (climatização, águas quentes sanitárias, solar, etc...) | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Projeto ou plantas de arquitetura | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Registos de manutenção dos equipamentos instalados | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Projeto de comportamento térmico | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> Outra (indicar qual): _____ | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> Projeto de especialidade (estruturas, águas, sistemas técnicos, etc...) | <input type="checkbox"/> | | |
| <input type="checkbox"/> Ficha técnica da habitação | <input type="checkbox"/> | | |

4 CONDIÇÕES RELATIVAS À VISITA AO IMÓVEL E RECOLHA DE INFORMAÇÃO

- A vistoria obrigatória ao imóvel por parte do Perito Qualificado, prevista da alínea 1.1 do Anexo II do Portaria n.º 349-A/2013 de 29 de Novembro, ocorreu no dia * ____ / ____ / ____ entre as * ____ : ____ (início) e as * ____ : ____ (fim) A data é referente à 1ª visita (se ocorridas várias);
- O proprietário autoriza a recolha de imagens durante a vistoria. Estas imagens serão utilizadas unicamente para os fins de constituição do processo de certificação e posterior evidência, da análise e pressupostos de cálculo assumidos, não podendo as mesmas ser reveladas a entidades terceiras à gestão e fiscalização do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), sem o consentimento do proprietário e nos termos da legislação atualmente em vigor;
- O proprietário autoriza o perito qualificado a manter uma cópia de toda a documentação facultada, desde que a mesma seja usada exclusivamente para os efeitos previstos no SCE, não sendo revelados dados nela contidos a entidades terceiras à gestão e fiscalização do SCE, sem o consentimento do proprietário e nos termos da lei atualmente em vigor.

Assinaturas:

Proprietário / declarante**

Perito Qualificado

* Campos de preenchimento obrigatório

** Na qualidade de ☐ proprietário ☐ locatário ☐ usufrutuário ☐ representante (anexar doc. habilitante) ☐ outro (indicar qual): _____

A presente declaração deverá ser submetida no portal SCE aquando do processo de emissão do Certificado Energético.
O Proprietário e o Perito Qualificado devem ambos guardar exemplar da presente declaração.



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo III

Capa de arquivo tipo utilizada para os processos de certificação

2**Data da Visita****Hora da Visita****1 - (CE_Proprietário_Local)****3****Coordenadas GPS****Altitude****4 - REQUERENTE:**

Nome

Morada

Código postal

Número de identificação fiscal

Telefone/telemóvel

Correio eletrónico

5 - LOCAL DA VISITA:

Morada

Código postal

6 - DADOS DO EDIFÍCIO:

Distrito:

Concelho:

Freguesia:

Matriz Predial:

Conservatória do Registo Predial

Legenda:

1 – Identificação do processo. A sigla CE referente a Certificação Energética, de seguida coloca-se geralmente o primeiro e ultimo nome do proprietário, e por fim coloca-se a localidade/concelho no qual se localiza o edifício.

2 – Neste quadro é colocada a data e hora na qual se realizou a visita.

3 – Neste quadro coloca-se a localização GPS (longitude e latitude em unidades decimais) e a altitude à qual se encontra o edifício (em metros).

4 – Identificação do proprietário ou requerente do processo de certificação. Neste ponto é colocado o nome completo, morada e respetivo código postal, contato telefónico e de correio eletrónico (quando possui) e o número de identificação fiscal.

5 – Identificação do local da visita, colocando-se neste ponto a morada e o respetivo código postal da localização do edifício.

6 – Nos dados do edifício completam-se os dados relativos à localização do edifício, mais propriamente a freguesia, o concelho e o distrito, com os respetivos códigos. Neste ponto é ainda colocado o número do artigo matricial, e, sendo aplicável, coloca-se igualmente o número da conservatória, com a identificação da conservatória na qual o edifício está inscrito.

7 – Neste ponto apresenta-se o tipo de edifício/fração a analisar, e tratando-se de edifício/fração para habitação, qual a sua tipologia.

7 – Tipo de edifício

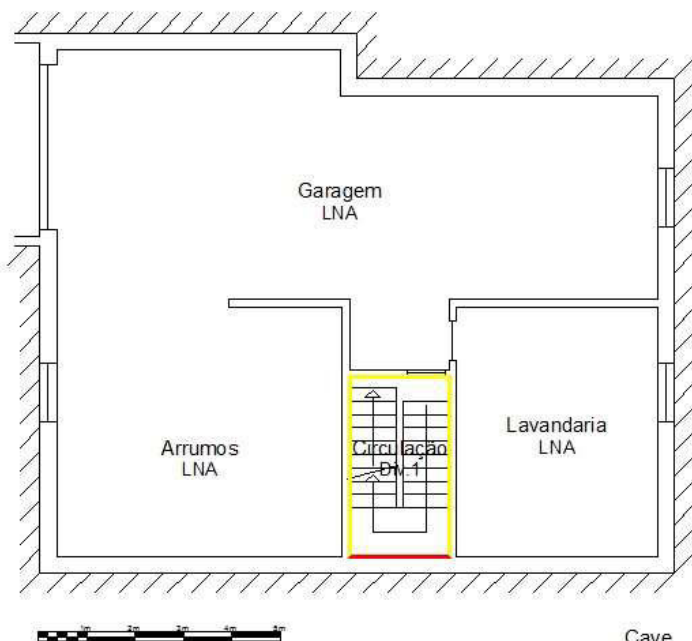


Escola Superior de Tecnologia e Gestão

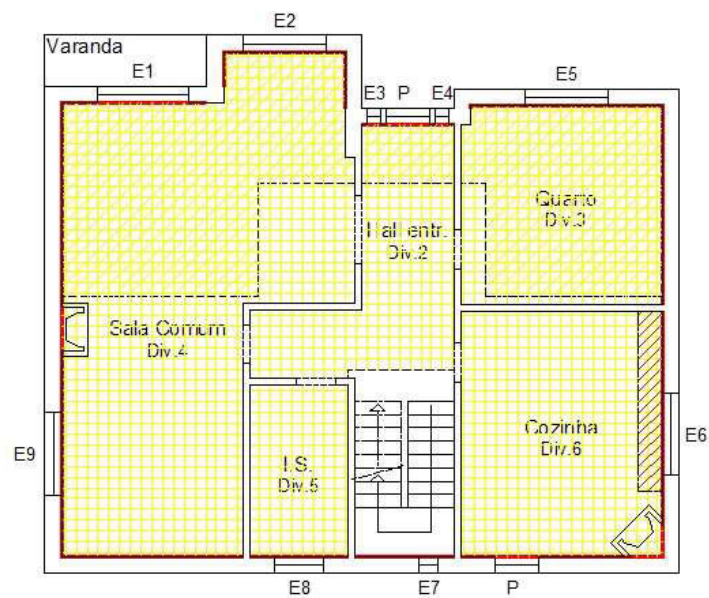
Instituto Politécnico da Guarda

Anexo IV

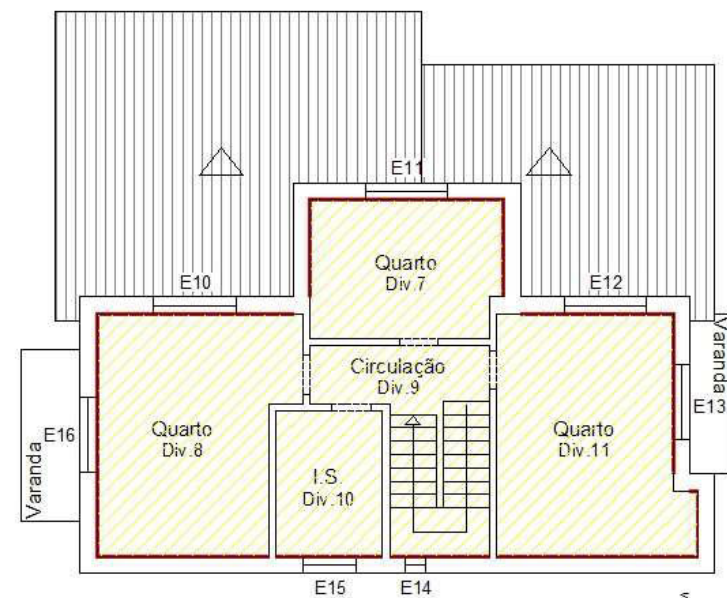
Plantas dos diversos pisos do imóvel



Cave



R1Chão



1º Andar





Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo V

Cálculos auxiliares

CE - RUI - TRAVASSO

DIV	AREA	PD	VOL
1-Girc.	3,80	2,65	10,07
	3,80	2,85	10,83
2-Hall s.	20,70	2,70	(112,6 m³)
3-Q	16,95		304,02
4-Sla C.	46,95		
5-IS	7,05		
6-Cor	20,95		
7-Q	11,15	2,65	(66,65 m³)
8-Q	19,05		176,62
9-Girc	10,90		
10-IS	6,60		
11-Q	18,95		

$$V_T = 501,54 \text{ m}^3$$

$$A_T = 186,85 \text{ m}^2$$

$$P_D = 2,684 \text{ m}$$

$$L_{pt} \mid A = 7,60 \text{ m}^2 \quad \bar{Z} = 0,50 \text{ m}$$

$$R = 0,18 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$$

$$L_{pi} \mid A = 104,65 \text{ m}^2$$

$$U^{dax} = 2,21 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$L_{ci} \mid A = 105,95 \text{ m}^2$$

$$U^{acc} = 2,25 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \quad U^{dax} = 1,71 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$L_{pe} \mid A = 1,85 \text{ m}^2$$

$$U^{acc} = 2,60 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \quad U^{dax} = 2,20 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

ENV	DIV	ORIE	AREA	TIPO	SOMBRA
E1	4	W	$1,4 \times 1,95 = 3,71 \text{ m}^2$	(A)	SN/SN
E2	4	W	$1,7 \times 1,05 = 1,79 \text{ m}^2$	(A)	"
E3	2	W	$0,3 \times 2,0 = 0,60 \text{ m}^2$	(B)	"
E4	2	W	$0,3 \times 2,0 = 0,60 \text{ m}^2$	(B)	"
E5	3	W	$1,70 \times 1,05 = 1,79 \text{ m}^2$	(A)	"
E6	6	N	$1,70 \times 1,05 = 1,79 \text{ m}^2$	(A)	SS/SS
E7	2	E	$0,4 \times 2,0 = 0,80 \text{ m}^2$	(B)	SN/SN
E8	5	E	$1,0 \times 1,05 = 1,05 \text{ m}^2$	(A)	SN/SN
E9	4	S	$1,70 \times 1,05 = 1,79 \text{ m}^2$	(A)	SN/SN
E10	8	W	$1,70 \times 0,60 = 1,02 \text{ m}^2$	(A)	SN/SN
E11	7	W	$1,70 \times 1,05 = 1,79 \text{ m}^2$	(A)	"
E12	11	W	$1,70 \times 0,70 = 1,19 \text{ m}^2$	(A)	"
E13	11	N	$1,55 \times 1,95 = 3,02 \text{ m}^2$	(A)	SS/SS
E14	9	E	$0,40 \times 2,0 = 0,80 \text{ m}^2$	(B)	SN/SN
E15	10	E	$1,10 \times 1,05 = 1,16 \text{ m}^2$	(A)	SN/SN
E16	8	S	$1,55 \times 1,95 = 3,02 \text{ m}^2$	(A)	SN/SN

$$A_T \text{ (A)} \left| \begin{array}{l} N = 4,81 \text{ m}^2 \\ E = 2,21 \text{ m}^2 \\ S = 4,81 \text{ m}^2 \\ W = 11,29 \text{ m}^2 \end{array} \right.$$

$$A_T \text{ (B)} \left| \begin{array}{l} W = 1,20 \text{ m}^2 \\ E = 1,60 \text{ m}^2 \end{array} \right.$$

$$A_T = 25,92 \text{ m}^2$$

$$Per. = 42,9 \text{ m}$$

(A) - Cx alumínio lacado, S/CT, S/ classif., folhas corruí, VD (6-8mm),
para reguas alum est de cor escura, Cx est. form. elevada

(B) = (A) fixa, S/ prot.

$$U = 3,90 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$g_{\perp m} = g_{\perp T} = 0,75$$

$$U = 3,10 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

$$g_{\perp m} = 0,75$$

$$g_{\perp T} = 0,09$$

CE - RUJ - TRAVASSO

PE	ORIE	A TOTAL	A PAREDE	U
PE $\alpha = 0,35m$	N	$10,3 \times 2,7 + 4,65 \times 2,65 + 2 \times 1,70$	$43,53 - 4,81 = 38,72 m^2$	0,72
	E	$11,95 \times 2,7 + 11,95 \times 2,65$	$= 63,93 - 3,81 = 60,12 m^2$	0,72
	S	$10,10 \times 2,7 + 5 \times 2,65 + 2 \times 1,40$	$43,32 - 4,81 = 38,51 m^2$	0,72
	W	$11,35 \times 2,7 + 4,06 \times 1,15 + 4,0 \times 1,85 + 3,15 \times 1,45 + 0,15 \times 2,65 =$	$47,67 - 12,49 = 35,18 m^2$	0,72

$$A_T = 172,53 m^2$$

PI	LOCAL	A TOTAL	U
PI1 $\alpha = 0,35m$	DESÃO DE COBERTURA	$4,05 \times 1,50 + 2 \times 1,25 + 4 \times 0,80 + 2 \times 0,95 + 3,15 \times 1,20 = 17,46 m^2$	0,68
PI2 $\alpha = 0,15m$	ARRUMOS E GARAGEM DA CAVE	$(3,7 \times 2 + 2,05) \times 2,75 = 25,99 m^2$	1,47

$$A_T = 43,45 m^2$$

PENT $A = 2,05 \times 2,75 = 5,64 m^2$

$$\bar{Z} = 2,75 m$$

$$R = 0,872 m^2 \cdot ^\circ C / W$$

P _{TL}	EXT	INT
—	$87,4 + 43,50 + 15,20 = 146,10 m$	DESÃO — 15,20 m CAVE — 18,90 m
L	$7 \times 2,7 + 4 \times 2,65 + 1,15 \times 2 + 2 \times 0,85 + 1,45 \times 2 = 34,50 m$	DESÃO — $1,5 \times 2 + 2 \times 0,8 + 1,2 \times 2 = 2,95 m$ CAVE — 8,25 m
□	42,90 m	




Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo VI

Folha de cálculo ventilação

<div><div>LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL</div></div>		<div>Aplica²o LNEC Ventila²o REH e RECS</div>		<div>Aplica²o desenvolvida por: Armando Pinto, apinto@lnec.pt</div> <div>Ferramenta de cálculo citada no n.º13, do ponto 12.1, do despacho n.º 15793-K/2013.</div>	
Pinto, A. - Aplica ² o LNEC para Ventila ² o no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2014. v2.0a, 2014-02-12					
1. Enquadramento do edifício					
Local (município)				Área útil (m²):	
Wó				Pd (m):	
w				N.º de pisos da fração	
b - Itinerário de circulação				Velocidade vento	
9 - Itinerário de circulação				Defeito REH	
! Itinerário de circulação				#DIV/0!	
! Itinerário de circulação				Vol (m³):	
! Itinerário de circulação				0	
! Itinerário de circulação				Exterior (IC)	
! Itinerário de circulação				#N/D	
! Itinerário de circulação				Zref (m)	
! Itinerário de circulação				#N/D	
! Itinerário de circulação				Aenv/Au:	
! Itinerário de circulação				#DIV/0!	
! Itinerário de circulação				Proteção do edifício:	
! Itinerário de circulação				Desprotegido	
! Itinerário de circulação				Zona da fachada:	
! Itinerário de circulação				Inferior	
2. Permeabilidade ao ar da envolvente					
Foi medido valor n50					
Valor n50 medido (h-1)					
Para cada V² o (janela/porta) ou grupo de v² os:					
# Itinerário de circulação					
/ Itinerário de circulação					
Itinerário de circulação					
3. Aberturas de admissão de ar na envolvente					
Itinerário de circulação					
Itinerário de circulação					
# Itinerário de circulação					
/ Itinerário de circulação					
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta					
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)		Nº o		Nº o	
Escoamento de ar					
Perda de carga					
Altura da conduta (m)					
Cobertura					
Número de condutas semelhantes					
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado					
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)		Nº o			
Escoamento de ar					
Caudal nominal (m³/h)					
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento					
Pressão total (Pa)					
Rendimento total do ventilador (%)					
Tem sistema de recuperação de calor					
Rendimento da recuperação de calor (%)					
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)					
Existem meios híbridos		Nº o			
Escoamento de ar					
Caudal nominal (m³/h)					
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento					
Pressão total (Pa)					
Rendimento total do ventilador (%)					
7. Verificação - Recuperador de calor					
8. Resultados					
8.1 - Balanço de Energia - Edifício				#N/D	
Rph (h-1) - Aquecimento		#DIV/0!			
Rphv (h-1) - Arrefecimento		#DIV/0!			
Wvm (kWh)		0,0			
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência					
Rph,REF (h-1)		#DIV/0!			
8.3 - Caudal mínimo de ventilação					
Rph estimada em condições nominais (h-1)		0,01			
Requisito mínimo de ventilação Edif. Novos (h-1)		#DIV/0!			
Critério Rph mínimo		#DIV/0!			
Nota: No cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.					
Técnico: _____					
Data: _____					



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo VII

Folha de cálculo de avaliação do comportamento térmico e do desempenho energético de edifícios, da simulação final do estudo realizado

Ir para

---- Escolha para onde navegar ----



Versão V2.25, de 03 de Junho de 2016

Identificação Geográfica

Identificação Geográfica do Edifício ou Fração Autónoma

Código do Ponto de Entrega (CPE)	
----------------------------------	--

Código Postal		-		Concelho	Manteigas
---------------	--	---	--	----------	-----------

Artéria	
---------	--

Aplicável nº de Porta?	<input type="checkbox"/>
Nº de Porta	

Aplicável Alojamento?	<input type="checkbox"/>
Alojamento	

[Inserir fotografia](#)

(Tamanho máximo de 150KB, formato jpg)

Coordenadas GPS

Latitude	
----------	--

Longitude	
-----------	--

Tipo de Edifício

Tipo de Edifício	Habitação
------------------	-----------

Natureza da Emissão

Tipo de Certificado	Pré-Certificado
---------------------	-----------------

Contexto de Certificado	Novo
-------------------------	------

Definição do Enquadramento	Licença de Edificação
----------------------------	-----------------------

Identificação do Imóvel

Identificação do Imóvel

Tipo de Imóvel	Edifício
----------------	----------

Tipo de Fração	Privado
----------------	---------

Nome do Empreendimento / Designação Comercial

Identificação Registral

Conservatória Omissa?



Identificação Fiscal

Freguesia

Cód. de Freguesia

Nº Artigo Matricial

Fração

Identificação Municipal

Aplicável Nº do Processo Municipal?



Nº do Processo Municipal

Data de registo

Proprietário/Promotor

Nome

Estrangeiro?



Artéria

Código Postal

Aplicável nº de Porta?



Aplicável Alojamento?



NIF

Nº de Porta

Alojamento

Telefone

e-mail

Não dispõe



NOTA: O Email do Proprietário deverá ser preenchido obrigatoriamente, caso se pretenda utilizar os dados do proprietário para faturação.

Técnico responsável pelo Projeto

Nome do Técnico

Ordem Profissional

Nº de Membro

Empresa ao serviço da qual interveio neste projecto

Características do Imóvel

Localização geográfica do edifício

Altitude (m)	1200	Introduza valor para altitude entre 519 e 1993 m
Distância à costa	Superior a 5km	
Edifício situado	na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural	

Características do Edifício

Tipo de utilização	Habitação	Nº total de pisos que constitui o edifício	1
Possui elevador?	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não		

Características da Fração

Área útil de pavimento (m²)	120,00	Pé-direito médio ponderado (m)	2,60	ROADMAP	2016
Tipologia	T3	Tipologia fiscal	T3	Inércia Térmica	Forte
Nº de pisos da fração	1				

Descrição sucinta	Caract. restantes
	2000

Levantamento Dimensional

Divisão	Área (m²)	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m³)
Todas	120,00	2,60	100,0	312,00
TOTAL	120,000	2,600	100,0	312,00

Envolvente exterior

Paredes Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Exterior - Tipo 1	Parede dupla com isolamento térmico no espaço de ar

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1		0,25



Designação do Tipo de Solução	Orientação	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m ²)	Área envidraçada (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	Área Efectiva (m ²)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
PDE1	Norte		44,50		0,25	44,50	0,35	0,35
PDE1	Este		26,70		0,25	26,70	0,35	0,35
PDE1	Sul		44,50		0,25	44,50	0,35	0,35
PDE1	Oeste		26,70		0,25	26,70	0,35	0,35

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Áreas por orientação (m2)								Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	44,50	0,00	26,70	0,00	44,50	0,00	26,70	0,00	142,40	0,25	0,35	0,35

Pavimentos Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U desc. Solução (W/m ² .°C)

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m ²)	U desc. Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)

Coberturas Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Exterior - Tipo 1	Cobertura horizontal com isolamento térmico pelo exterior

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U asc. Solução (W/m ² .°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1		0,23

>

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	U asc. Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBE1		60,00	0,23	0,30	0,30

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	60,00	0,23	0,30	0,30

Vãos Envidraçados Exteriores

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Janela	Tipo de solução caixilharia 1	Tipo de solução caixilharia 2
Envidraçado Exterior - Tipo 1	Simplex	Caixilharia metálica com corte térmico com vidro duplo	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Protecção	Descrição da Protecção
VE1	Envidraçado Exterior - Tipo 1		Sem protecção	
VE2	Envidraçado Exterior - Tipo 1		Com protecção pelo exterior	

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	U _{wdn} (W/m ² .°C)	U _{Ref} (W/m ² .°C)	Área (m ²)	g _{⊥,vi}	g _T	U _{máx} (W/m ² .°C)
VE1	2,20	2,20	7,50	0,75	0,75	2,20
VE2	1,80	2,20	16,50	0,75	0,03	2,20

>

ID vão	Divisão	Designação do tipo de solução	Orientação	Área envidraçada (m ²)	Classe SEEP	ID SEEP	g _T corrigido	Área do compartimento que serve (m ²)	Área de envidraçados do compartimento que serve (m ²)	g _{Tmax}	Aenv < 5% Apav
1	Todas	VE1	Norte	7,50			0,68	120,00	16,50	-	Não
2	Todas	VE2	Este	4,50			0,03	120,00	16,50	0,56	Não
3	Todas	VE2	Sul	7,50			0,03	120,00	16,50	0,56	Não
4	Todas	VE2	Oeste	4,50			0,03	120,00	16,50	0,56	Não

Vãos Opacos Exteriores

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Vão opaco exterior - Tipo	Não aplicável

Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Área (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)

Pavimentos Térreos

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Pavimento Térreo - Tipo 1	Pavimento com isolamento térmico pelo interior

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)
PVT1	Pavimento Térreo - Tipo 1		60,00	0,50	0,50

Pavimentos Enterrados

Tipo de Solução

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)

Paredes Enterradas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área Total (m ²)

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m ²)	U (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)

Pontes Térmicas Lineares Exteriores

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Método	Comprimento (m)	Psi solução (w/m.°C)	Psi referência (w/m.°C)
PTLE1	Fachada com pavimentos térreos	Valores Tabelados	32	0,80	0,50
PTLE2	Fachada com cobertura e isolamento sobre a laje de cobertura	Valores Tabelados	32	1,00	0,50
PTLE3	Duas paredes verticais em ângulo saliente	Valores Tabelados	20,8	0,50	0,40
PTLE4	Fachada com caixilharia e o isolante térmico da parede contacta com a caixilharia	Valores Tabelados	20	0,10	0,20
PTLE5	Fachada com pavimento de nível intermédio	Valores Tabelados	64	0,50	0,50

Envolvente Interior

Definição da Envolvente Interior

^(IX) Ventilação fraca do espaço não útil se este tem todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas e ventilação forte do espaço não útil se este é permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas.

ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Cálculo do btr de acordo com a norma 13789?	b _{tr} calculado	A _v /A _u	Volume do ENU m ³	Ventilação ^(IX)	b _{tr}
Edifício Adjacente			-	-	-	0,60
						-

Paredes interiores - Soluções correntes, pontes térmicas planas e vãos opacos

Parede Interior, Ponte Térmica Plana ou Vão Opaco?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	btr	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m ²)	Área envidraçada (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	Área Efectiva (m ²)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)

Pavimentos Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	btr	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	Udesc (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)

Coberturas Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	btr	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	U (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)

Vãos Envidraçados Interiores

Tipo de Janela	Tipo de solução caixilharia 1	Tipo de solução caixilharia 2

Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Protecção	Descrição da Protecção	Uwdn (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)

Localização	Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	btr	Área (m ²)	Uwdn (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)

Pontes Térmicas Lineares Interiores

Espaço não útil	btr	Tipo de Solução	Método	Comprimento (m)	Psi solução (w/m.°C)	Psi referência (w/m.°C)

Ventilação

Sistema de Ventilação	Não cumpre a norma 1037-1
Tem aberturas de admissão de ar na fachada?	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não
Existem condutas de ventilação natural sem obstruções significativas?	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não
Existem meios mecânicos?	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não
Existem meios híbridos?	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não
É possível efetuar arrefecimento noturno com janelas?	<input type="radio"/> Sim <input checked="" type="radio"/> Não

Exportação/Importação de dados para a APLICAÇÃO LNEC - VENTILAÇÃO REH

Rph Estimada (h ⁻¹)	Rph mínimo (h ⁻¹)	Rph, i (h ⁻¹)	Rph, v (h ⁻¹)
Efectuar o cálculo na ferramenta desenvolvida pelo LNEC designada " APLICAÇÃO LNEC - VENTILAÇÃO REH E RECS"			
0,50	0,40	0,50	0,60
Descrição da Solução de Ventilação			

E RECS

Caract. restantes

512

Sistemas Técnicos

Existem Sistema Técnicos? ☒ Sim ☐ Não

O edifício dispõe de abastecimento de combustível líquido ou gasoso? ☐ Sim ☒ Não

Os chuveiros ou sistemas de duche da fracção possuem certificado de eficiência hídrica com rótulo A ou superior? ☐ Sim ☐ Não

Identificação do Sistema	Fonte de Energia	Tipo de Equipamento	Nº de unidades iguais	Marca	Gama	Modelo	Foi possível aceder ao equipamento?	Descrição Específica do Equipamento	Produção Total de Energia (kWh/ano)
Sistema 1	Solar	Painel Solar Térmico							1895,00
Sistema 2	Biomassa	Caldeira							9304,69

Electricidade, Gás (natural, propano, butano), Gasóleo, Biomassa (sólida, líquida, gasosa)

Identificação do Sistema	Função	Potência (kW)	Informação sobre eficiência?	Eficiência do Equipamento (0 a 6)	Fracção servida (0 a 1)	Idade do sistema	Eficiência do Equipamento (0 a 6)	Eficiência de referência	EREN (kWh/ano)	EREN ext (kWh/ano)	Consumo Energia Final (kWh/ano)	Perda Estática (QPR) Solução	Perda Estática (QPR) Máximo	Parcela das necessidades (0 a 1)
Sistema 2	Aquecimento			0,93	1,00		0,93	0,89	8786,10		8786,10			1,00
Sistema 2	Águas Quentes Sanitárias			0,93	1,00		0,93	0,89	518,59		518,59			0,20
														-

A caldeira a biomassa encontra-se instalada num espaço interior útil?

Solar, Eólica, Hídrica, Geotérmica

Identificação do Sistema	Função	Potência (kW)	EREN (kWh/ano)	Parcela afectà à Função (0 a 1)	EREN ext (kWh/ano)	Área Total de Coletores (m2)	Produtividade (kWh/m2) Coletores	Produtividade de referência (kWh/m2) Coletores	Produtividade (Wh/Wp)	Caudal Médio (m3/s)	Rendimento Nominal Turbina	Rendimento Nominal Gerador	Parcela das necessidades (0 a 1)	Parcela das necessidades de energia eléctrica (0 a 1)
Sistema 1	Águas Quentes Sanitárias		1895,00	1,00		4,72	401,48	526,00					0,80	-
			-										-	-

Informação adicional - sistemas técnicos

Identificação do Sistema	Data de instalação Equipamento/ Sistema	Designação Comercial do Instalador	Telefone do Instalador	Email do Instalador	Registo de manutenção do sistema?	Data da Manutenção
Sistema 1						
Sistema 2						

Balanzo energético

Indicadores energéticos

Sigla	Descrição	Valor	Referência	
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m2.ano)	68,09	99,72	
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m2.ano)	3,00	5,24	
Qa	Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano)	2377	2377	Ntc/Nt 0,02
Wwm	Energia eléctrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano)		0,00	
Eren	Energia produzida a partir de fontes renováveis (kWh/ano)	11200	1368	Classe Energética
Eren_ext	Energia exportada proveniente de fontes renováveis (kWh/ano)		0,00	
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh/m2.ano)	2,50	138,67	A+

Indicadores de desempenho

	Valor de Referência (kWh/m ² .ano)	Valor do Edifício (kWh/m ² .ano)	Renovável (%)
Aquecimento	112,04	73,22	100,00
Arrefecimento	1,75	1,00	0,00
AQS	22,26	20,11	100,00

Energia Renovável (%)	98,94
-----------------------	-------

Emissões de CO ₂ (t/ano)	0,04
-------------------------------------	------

Dados Climáticos

Graus-dia	2 407
-----------	-------

Zona Climática de Inverno	I3
---------------------------	----

Zona Climática de Verão	V1
-------------------------	----

Temperatura Média Exterior Inverno (°C)	4,9
---	-----

Temperatura Média Exterior Verão (°C)	19,3
---------------------------------------	------

Duração da estação de aquecimento (meses)	7,5
---	-----

Duração da estação de arrefecimento (meses)	4,0
---	-----

Indicadores de aquecimento

Paredes (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
35,60	0,00	0,00

PTP (W/°C)	
Hext	Henu;adj
0,00	0,00

Portas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
0,00	0,00

PTL (W/°C)	
Hext	Henu;adj
102,00	0,00

Coberturas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
13,80	0,00

Pavimentos (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
0,00	0,00	29,98

Vãos envidraçados (W/°C)	
Hext	Henu;adj
46,20	0,00

Renovação de Ar (W/°C)	
Hve	
53,04	

Indicadores de arrefecimento

Paredes (kWh)
Qsol,v EXT
220,54

Coberturas	
Qsol,v EXT	Qsol, Desv
173,18	0,00

Portas (kWh)
Qsol,v EXT
0,00

Vãos Envidraçados (kWh)
Qsol,v EXT
1877,89

Ganhos Internos (kWh)
Qint,v
1405,44

Medidas de Melhoria

Este CE/PCE inclui Medidas de Melhoria?

☐ Sim

☒ Não

Justificação para a ausência de Medidas de Melhoria

Documentos

Documentos

RELATÓRIO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO

Relatório do perito

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 3 MB, formato pdf

Levantamento

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 2 MB, formato pdf

FOLHAS DE CÁLCULO

Folha de cálculo regulamentar

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1.5 MB, formato pdf

Folha de cálculo da ventilação

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1.5 MB, formato pdf

Relatório Solterm

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1 MB, formato pdf

Notas e Observações

Caract. restantes

2048

Sistemas



O edifício dispõe de rede de abastecimento de combustível líquido ou gasoso?	Não	Qual?	
--	-----	-------	--

Existe aplicação de isolamento na tubagem de distribuição de AQS com resistência térmica $\geq 0.25 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$?	Sim
--	-----

Os chuveiros ou sistemas de duche da fracção possuem certificado de eficiência hídrica com rótulo A ou superior?	Não
--	-----

⁽¹⁾ caso o edifício se encontre abrangido pela rede urbana CLIMAESPAÇO devem ser considerados os sistemas por defeito.

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Tipo de Equipamento ⁽¹⁾	Fonte de energia associada	Existe informação?	Eficiência Nominal	Fracção servida %	Idade do Sistema	Eficiência Base	Eficiência Corrigida
Sistema 2	Caldeira a combustível sólido, recuperador ou salamandra	Biomassa		0,93	100,00		-	-
							-	-
							-	-
							-	-
							-	-
Sistema 1	Solar Térmico	Renovável Térmica	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
Sistema por defeito		Electricidade		1	0	Novo		1

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Tipo de Equipamento ⁽¹⁾	Fonte de energia associada	Existe informação?	Eficiência Nominal	Fracção servida %	Idade do Sistema	Eficiência Base	Eficiência Corrigida
							-	-
							-	-
							-	-
							-	-
							-	-
Sistema 1	Solar Térmico	Renovável Térmica	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
Sistema por defeito		Electricidade		3,00	100	Novo		3,00

PRODUÇÃO DE AQS Designação do Sistema	Tipo de Equipamento ⁽¹⁾	Fonte de energia associada	Existe informação?	Eficiência Nominal	Fracção servida %	Idade do Sistema	Eficiência Base	Eficiência Corrigida
Sistema 2	Caldeira a combustível sólido, recuperador ou salamandra	Biomassa		0,93	100		-	-

							-	-
							-	-
							-	-
							-	-
Sistema 1	Solar Térmico	Renovável Térmica	Sim	100	79,7	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
0	0	0	Sim	100	0,0	Novo	-	-
Sistema por defeito	Electricidade			0,95	0	Novo		0,95

ENERGIA RENOVÁVEL PRODUZIDA PARA CONSUMO	Fonte de Energia Renovável	Térmica ou eléctrica?	Contribuição Anual E_{ren}	Parcela p/ aquecimento	Parcela p/ arrefecimento	Parcela p/ AQS	Parcela p/ Ventilação
Designação do Sistema			kWh/ano	%	%	%	%
Sistema 1	Solar Térmico	Renovável Térmica	1895,00			100	
			0,00				
			0,00				
			0,00				
			0,00				
	Caldeira a combustível sólido, recuperador ou salamandra	Biomassa	9305	94%	0%	6%	0%
			0	0%	0%	0%	0%
	A caldeira a biomassa encontra-se instalada num espaço interior útil?						

Ventilação - (EFFECTUAR CÁLCULO NA FERRAMENTA DESENVOLVIDA PELO LNEC DESIGNADA " APLICAÇÃO LNEC - VENTILAÇÃO REH E RECS "



Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento $R_{ph,i}$	0,5	h^{-1}
Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento $R_{ph,v}$	0,6	h^{-1}
Existe sistema de ventilação mecânica em funcionamento contínuo?		

Envolvente Exterior:

⁽¹⁾ A caixa-de-ar de considera-se fortemente ventilada se $A > 1500 \text{ mm}^2/\text{m}^2$

⁽¹¹⁾ A face interior do revestimento exterior é de baixa emissividade se $\epsilon \leq 0.2$

PAVIMENTOS EXTERIORES	Área	$U_{\text{descendente}}$	U_{REF}
Descrição	m ²	W/m ² .°C	W/m ² .°C
	-		

COBERTURAS EXTERIORES	Cor	Revestimento com caixa-de-ar ventilada?	Grau de ventilação ⁽ⁱ⁾	Emissividade ⁽ⁱⁱ⁾	Área	U _{ascendente}	U _{descendente}	U _{REF}
Descrição					m²	W/m².°C	W/m².°C	W/m².°C
CBE1	Clara	Não			60,00	0,23	0,22	0,30
					-	-		-

[illegible]

(III) Factor solar do vidro para uma incidência normal ao vão.

(IV) Factor solar global do vão com todos os dispositivo de proteção solar permanentes ou móveis totalmente ativados (para uma incidência normal à superfície). Caso não existam é igual ao factor solar do vidro.

^(V) Factor solar global do vão com todos os dispositivos de proteção solar permanentes totalmente ativados (para uma incidência normal à superfície). Caso não existam é igual ao factor solar do vidro.

Factor solar global do vão com todos os dispositivos de proteção solar permanentes totalmente estendidos (para uma incidência normal à superfície); caso não existam é igual ao factor solar do vão.											
VÃO ENVIDRAÇADOS EXTERIORES	Classe da Caixilharia	Permeabilidade da Caixa de Estore	Fracção Envidraçada Fg	Factor Solar do vidro ^(III) g _{LVi}	FS Global Prot. Perm. e Móveis ^(IV) g _{LT}	FS Global Prot. Perm. ^(V) g _{LTP}	FS de Inverno g _i	FS de Verão g _v	FS de Verão de Referência g _{v REF}	U _{win} W/m ² .°C	U _{REF} W/m ² .°C
1 (VE1)	3	Não tem	0,7	0,75	0,75	0,75	0,68	0,60	0,40	2,20	2,20
2 (VE2)	3	Não tem	0,7	0,75	0,03	0,75	0,68	0,27		1,80	2,20
3 (VE2)	3	Não tem	0,7	0,75	0,03	0,75	0,68	0,24		1,80	2,20
4 (VE2)	3	Não tem	0,7	0,75	0,03	0,75	0,68	0,27		1,80	2,20
							-	-			-

(continuação)

(Continued)			

← VÃOS OPACOS EXTERIORES	Orientação	Cor	Área	Pala horizontal α	Pala vertical à esquerda β_{esq}	Pala vertical à direita β_{dir}		U	U _{REF}
Descrição			m ²	°	°	°		W/m ² .°C	W/m ² .°C
			-						-
(continuação)									

Elementos em contacto com o solo - [CÁLCULO DE ACORDO COM A EN13370:2007](#)

Qual o valor da condutibilidade térmica do solo $\lambda^{(vi)}$?	2,0	W/(m.°C)
--	-----	----------

^(vi) A Norma EN 13370 recomenda o uso de $\lambda=2.0$ W/(m.°C) se a condutibilidade térmica do solo é desconhecida.

^(vii) Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade $z \leq 0$) com ou sem isolamentos térmico perimetral.

← PAVIMENTOS TÊRREOS ($z \leq 0$) ^(vii)	Área	R _f	Perímetro Exposto p	Espessura da parede exposta w	Isolamento Perimetral?	Horizontal ou Vertical?	Espessura do Isol. dn	Extensão de Isol. D	U _{f,eq}	U _{f,eq REF}
Descrição	m ²	m ² .°C/W	m	(m)			m	m	W/m ² .°C	W/m ² .°C
PVT1	60,00	0,82	32,00	0,35	Não				0,50	0,50
									-	

← PAVIMENTOS ENTERRADOS ($z > 0$)	Área	Profundidade média z	R _f	Perímetro Exposto p	Espessura da parede exposta w	U _{bf}	U _{bf REF}
Descrição	m ²	m	m ² .°C/W	m	(m)	W/m ² .°C	W/m ² .°C
	-					-	0,50

← PAREDES ENTERRADAS	Área	Profundidade média z	R _w	R _f	Espessura da parede exposta w	U _{bw}	U _{bw REF}
Descrição	m ²	m	m ² .°C/W	m ² .°C/W	(m)	W/m ² .°C	W/m ² .°C
						-	0,50

Pontes Térmicas Lineares (envolvente exterior)

^(viii) Note-se que, em ligações de fachada com pavimento intermédio ou varanda os valores tabelados do coeficiente de transmissão térmica linear Ψ apresentados dizem respeito a METADE da ligação global, correspondendo apenas à perda no andar superior ou no andar inferior.

← TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Comp. B ^(viii)	Cálculo de acordo com?	Ψ calculado	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	Ψ	Ψ_{REF}
	m		W/m.°C					W/m.°C	W/m.°C
Fach. com pavimentos térreos	32,00	Valores Tabelados		-	-	-	Repartido ou na caixa-de-ar	0,80	0,5

Fachada com cobertura	32,00	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre o cobertura?	Sobre	s/ tecto falso	Repartido ou na caixa-de-ar	1,00	0,5
Duas paredes verticais em ângulo saliente	20,80	Valores Tabelados		-	-	-	Repartido ou na caixa-de-ar	0,50	0,4
Fachada com caixilharia	20,00	Valores Tabelados		Isol. contacta com a caixilharia?	Contacta	-	Repartido ou na caixa-de-ar	0,10	0,2
Fachada com pavimento intermédio	64,00	Valores Tabelados		-	-	s/ tecto falso	Repartido ou na caixa-de-ar	0,50	0,5
				-				-	-

Definição da Envolvente Interior

^(ix) Ventilação fraca do espaço não útil se este tem todas as ligações entre elementos bem vedadas, sem aberturas de ventilação permanentemente abertas e ventilação forte do espaço não útil se este é permeável ao ar devido à presença de ligações e aberturas de ventilação permanentemente abertas.

ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Cálculo do btr de acordo com a norma 13789?	b _{tr} calculado	A _i /A _o	Volume do ENU m ³	Ventilação (ix)	b _{tr}
Edifício Adjacente			-	-	-	0,60

Envolvente Interior

PAREDES INTERIORES Descrição	ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Área m ²	U W/m ² .°C	U _{REF} W/m ² .°C
				-

PAREDES INTERIORES EM CONTACTO COM EDIFÍCIO ADJACENTE Descrição	ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Área m ²	U W/m ² .°C	U _{REF} W/m ² .°C
				-

PAVIMENTOS INTERIORES Descrição	ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Área m ²	U _{descendente} W/m ² .°C	U _{REF} W/m ² .°C
			-	-

^(xi) A caixa-de-ar de considera-se fortemente ventilada se $A > 1500 \text{ mm}^2/\text{m}^2$ e considera-se fracamente ventilada se $500 \text{ mm}^2/\text{m}^2 > A \geq 1500 \text{ mm}^2/\text{m}^2$; ^(xii) baixa emissividade se $\epsilon \leq 0.2$

CAMPOS A PREENCHER APENAS PARA O CASO DE COBERTURAS EM DESVÃO

COBERTURAS INTERIORES Descrição	ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Área da cob. interior m ²	U _{ascendente} W/m ² .°C	Área da cob. exterior m ²	Cor da cob. Exterior	Grau de ventilação (xi)	Emissividade (xii)	U _{descendente} W/m ² .°C	U _{REF} W/m ² .°C
									-

^(xiii) Na ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO considera-se que os elementos opacos da envolvente exterior do ENU causam sombreamento ao vão interior; ^(xiv) Na ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO assume-se que a envolvente exterior do ENU não provoca sombreamento ao vão interior.

					ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO (xii)				ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO (xiii)		
Vãos ENVIDRAÇADOS INTERIORES EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Orientação	Área	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Tipo de vidro	Obstrução do Horizonte α_i	Pala horizontal α	Pala vertical à esquerda β_{esq}	Pala vertical à direita β_{dir}	Pala horizontal α	Pala vertical à esquerda β_{esq}	Pala vertical à direita β_{dir}

Descrição		m ²	Parede:		°	°	°	°	°	°

VÃOS ENVIDRAÇADOS INTERIORES EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC. Descrição	ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Vão interior em contacto c/ ENU					Vão exterior do ENU			U _{REF}
		Factor Solar do vidro $g_{\perp vi, int}$	FS Global Prot. Perm. e Móveis $g_{LT, int}$	FS Global Prot. Perm. $g_{Tp, int}$	Fracção Envidraçada $F_{g, int, int}$	U _{wdn} W/m ² .°C	Factor Solar do vidro $g_{\perp vi, ENU}$	FS Global Prot. Perm. $g_{Tp, ENU}$	Fracção Envidraçada $F_{g, ENU}$	W/m ² .°C
										-

VÃOS ENV. INTERIORES EM CONTACTO COM OUTROS ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS Descrição	ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Área m ²	U _{wdn} W/m ² .°C	U _{REF} W/m ² .°C
				-

Pontes Térmicas Lineares (envolvente interior)

^(xiv) Note-se que, em ligações de fachada com pavimento intermédio ou varanda os valores tabelados do coeficiente de transmissão térmica linear Ψ apresentados dizem respeito a METADE da ligação global, correspondendo apenas à perda no andar superior ou no andar inferior.

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Comprimento $B^{(xiv)}$ m	Cálculo de acordo com?	Ψ calculado W/m.°C	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	Ψ W/m.°C	Ψ_{REF} W/m.°C
					-				-	-



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo VIII

Folha de cálculo de avaliação de sistemas de fontes de energia renováveis



9

Qualificação do contributo de sistemas de energia

¹ T↑↑YIX33r (U)6 る。排他排他を

{IX↑Z↑T C←G↑T↑ы↑ IX5↑ix↓DIX5D9D II↔З↔т↔е↔т↔от↔Зот IЦЙX

ГЛАВА IX. ВНЕШНЯЯ ПОЛИТИКА

906201X от I Ц ОШЫХ

$$\{IX\downarrow\uparrow\propto\phi\uparrow I\downarrow IX\downarrow\} \vee \{ix\downarrow\uparrow bIX\downarrow\}$$
$$\{IX_{\mathbb{B}}\uparrow \propto \phi\uparrow \mid \phi \in IX_{\mathbb{B}}\} \cup \{$$

{IX_{\uparrow} \varpi \phi \uparrow I \mathbb{C} \mathbb{I} X \square \vee \{ \tau / 1 \mathbb{G} \mathbb{I} \mathbb{L} \uparrow \mathbb{C} \mathbb{I} \mathbb{Y} \mathbb{I} X

$$\{IX\mathbb{B}\uparrow\bowtie\phi\uparrow I\mathbb{C}_{\mathbb{D}}IX\Box Y\mathbb{G}!\vee\}$$

{IX}B↑CIX↑IX↑IX↑LQIX□.}T I r L↑T↑Q↑

. Ф И Ц Ц □ И X Г Ч Ы X

DTIX↑I(□. □)9I↑/BX□

. IXI Г Ц↑ ОТ ДЦ/ВХ↑

9X16 Ц □ · t T ← 5 Ц x 0 Г 011

I æ↑Q□□·T←5 ΠX! ixIX↑Q□IT ΠIX

T G I C U J O I C X H Y X

www.lixpdx.itixibyx

СЫХ I ЦЙ II I

Црѣхъ Црѣхъ

www

⌈Т ъѢѤѦѨѪ ѪѬѮѰѲѴ⌋

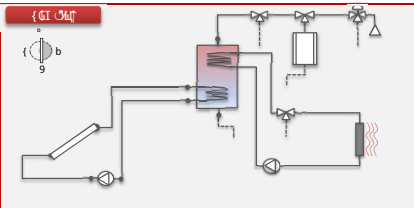
! dIxTbIq dIXITyP t IxT iXxCI UyIXtQr ICIIJat rP I dIXixPyXiXIPIIXtYxot totadIX I t↑↑dIX

b★sh↑oLoPiX oPoIVe It t q↑Pt Pt IIcPTgIt TyXlix Pttz IX6nrcPIXteTyXX, ixX otY cPX



{Q7r I Lq{ I X6L 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X

{Q7r I Lq{ I X6L 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
bt d7 I X6L 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
- 6L X6 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
d I X6 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
I X6 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
! 7 I Lq{ I X6L 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
Q6IX 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
! I X6 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
d I X6 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
/ Q6IX 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
d I X6 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
6L X6 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
/ d I X6 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
d I X6 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X
d I X6 6f I Q6IX 6o I X6 6L X6 6t d I X6 6I I X



07L6t {Q7r I X
! 7
/ Lq{ I X6L 6f I Q6IX



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo IX

Estudo das medidas de melhoria

O presente imóvel foi objeto de um estudo de medidas de melhoria que visa identificar oportunidades para otimizar o desempenho energético, aumentar o conforto térmico e promover a salubridade dos espaços. O estudo de soluções seguiu a hierarquia de prioridades definida para o efeito, nomeadamente:

- 1) Correção de patologias construtivas;
- 2) Redução das necessidades de energia útil por intervenção na envolvente;
- 3) Utilização de energias renováveis;
- 4) Melhoria da eficiência dos sistemas.

Foram propostas no total cinco medidas de melhoria, obtendo-se uma classificação final para o edifício B⁻ (B menos), após a aplicação das mesmas.

Apresentam-se de seguida os cálculos e pressupostos de cálculo para as diversas medidas de melhoria.

Medida de Melhoria 1 - Redução das necessidades de energia útil através da colocação de isolamento térmico sobre a laje de cobertura interior.

Foi estudada possibilidade de aplicação de oito centímetros de isolamento térmico do tipo lã mineral sobre a laje de cobertura interior, por se considerar uma espessura razoável para o local e pela sua facilidade e custo de aplicação relativamente a outros sistemas.

Obteve-se um coeficiente de transmissão térmica ascendente de $0,41 \text{ W/m}^2\text{°C}$, após a aplicação da medida, em detrimento dos anteriores $2,25 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Considerou-se um custo total para a aplicação e material de 1850 euros obtendo-se um período de retorno de cerca de um ano e meio.

Medida de Melhoria 2 - Redução das necessidades de energia útil através da colocação de isolamento térmico sob a laje pavimento interior.

Foi estudada possibilidade de aplicação de oito centímetros de isolamento térmico do tipo lã mineral oculto por painéis de gesso cartonado, sob a laje de pavimento interior, por se considerar uma espessura razoável para o local e pela sua facilidade e custo de aplicação relativamente a outros sistemas.

Obteve-se um coeficiente de transmissão térmica descendente de $0,38 \text{ W/m}^2\text{°C}$, após a aplicação da medida, em detrimento dos anteriores $1,72 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

Considerou-se um custo de aplicação e material total de 2650 euros obtendo-se um período de retorno de cerca de três anos e meio.

Medida de Melhoria 3 - Redução das necessidades de energia útil através da colocação de isolamento térmico nas paredes exteriores através da utilização de sistema ETIC's.

Foi estudada possibilidade de aplicação de oito centímetros de isolamento térmico EPS com revestimento delgado sobre isolante, nas paredes exteriores, por se considerar mais vantajosa relativamente a outras soluções.

Obteve-se um coeficiente de transmissão térmica de $0,30 \text{ W/m}^2\text{°C}$, após a aplicação da medida, em detrimento dos anteriores $0,72 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Considerou-se um custo total para a aplicação e material de 6050 euros obtendo-se um período de retorno de cerca de oito anos e meio.

Medida de Melhoria 4 – Melhoria das condições de salubridade e conforto, e redução das necessidades de energia útil através da aplicação de vedantes nas caixilharias

Foi estudada possibilidade de aplicação de vedantes em todas as caixilharias, de modo a reduzir o número de renovações de ar por hora, uma vez que este se encontrava longe do mínimo regulamentar, e ter influência direta nos custos para climatização.

Obteve-se um valor de $0,64 R_{ph}(h-1)$, após a aplicação da medida, em detrimento dos anteriores $0,94 R_{ph}(h-1)$. Considerou-se um custo total para a aplicação e material de 250 euros obtendo-se um período de retorno inferior a um ano.

Medida de Melhoria 5 - Instalação sistemas de aproveitamento de energias renováveis através de coletores solares para preparação de AQS.

Foi efetuado o estudo relativo à aplicação de coletores solares para produção de AQS, através do aproveitamento de energias renováveis. O estudo foi realizado utilizando a ferramenta de cálculo anteriormente referido.



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo X

Relatório de Peritagem

RELATÓRIO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO

Avaliação do desempenho energético e
identificação de medidas correctivas e
de melhoria em edifícios existentes
para habitação

Realizado no âmbito do Sistema de Certificação
Energética e da Qualidade do Ar Interior dos Edifícios
(SCE), Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto com as
alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 68-A/2015
de 30 de Abril, Decreto-lei nº 194/2015 de 14 de
Setembro, Decreto-Lei nº 251/2015 de 25 de Novembro,
Decreto Legislativo Regional nº1/2016/M de 14 de
Janeiro e pelo Decreto-Lei nº 28/2016 de 23 de Junho

Elaborado por: _____

Perito Qualificado nº: _____

Data: 00-00-0000

Índice

1. Introdução	3
2. Identificação do imóvel	3
3. Documentação	4
4. Vistoria	4
5. Levantamento dimensional	5
6. Pontes térmicas	6
7. Coeficientes de transmissão térmica superficial	7
8. Renovação do ar interior	8
9. Factor solar do envidraçado	9
10. Classe de inércia térmica	9
11. Contribuição de sistemas de colectores solares (E_{ren})	9
12. Contribuição de outros sistemas de energia renovável (E_{ren})	10
13. Sistemas de aquecimento, de arrefecimento e de preparação de AQS	10
14. Medidas de melhoria	11

1. Introdução

O presente relatório visa sintetizar o trabalho de peritagem realizado, no âmbito do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 68-A/2015 de 30 de Abril, Decreto-lei nº 194/2015 de 14 de Setembro, Decreto-Lei nº 251/2015 de 25 de Novembro, Decreto Legislativo Regional nº1/2016/M de 14 de Janeiro e pelo Decreto-Lei nº 28/2016 de 23 de Junho para avaliação do desempenho energético e da qualidade do ar interior de um edifício ou fracção autónoma de um edifício existente destinado a habitação.

A avaliação realizada teve por base a metodologia definida pelo Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) que integra o Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de Agosto, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei nº 68-A/2015 de 30 de Abril, Decreto-lei nº 194/2015 de 14 de Setembro, Decreto-Lei nº 251/2015 de 25 de Novembro, Decreto Legislativo Regional nº1/2016/M de 14 de Janeiro e pelo Decreto-Lei nº 28/2016 de 23 de Junho.

Este relatório é assim parte integrante do processo de certificação do imóvel em análise e a sua existência constitui uma condição necessária à emissão e registo de respectivo certificado energético.

São também parte integrante do processo de certificação os seguintes elementos: certificado energético, estudo de oportunidades de melhoria e restante documentação de suporte, como o relatório fotográfico da vistoria, os documentos comprovativos da identificação do imóvel, as fichas e catálogos técnicos dos materiais e equipamentos construídos ou instalados, etc.

2. Identificação do imóvel

O imóvel objecto da presente peritagem corresponde ao edifício ou fracção autónoma do edifício identificada em seguida:

Morada			
Localidade			
Freguesia			
Concelho			
Descrição na Conservatória	Imóvel descrito na Conservatória do Registo Predial de _____ sob o nº 0000		
Artigo matricial		Fracção	
Fotografia			

3. Documentação

Com o objectivo de obter a melhor informação disponível sobre o imóvel e assim assegurar o maior rigor possível da análise efectuada, foi formalmente solicitado ao proprietário (ou seu representante) o fornecimento de um conjunto de documentos úteis para efeitos da peritagem realizada.

No **Anexo I** consta a listagem dos documentos obtidos, bem como a indicação se os mesmos foram ou não considerados na análise, justificando eventuais limitações à respectiva utilização. Do processo de certificação mantido pelo perito consta uma cópia autorizada, em formato digital ou impresso, de cada um dos documentos elencados nesse anexo. Toda a informação que não foi possível ser recolhida até à data da realização da visita, bem como durante o decorrer da mesma, foi formalmente solicitada ao proprietário ou seu representante.

Toda a informação recolhida foi utilizada exclusivamente para efeitos da certificação do presente imóvel e será mantida em registo confidencial, por um período mínimo de 6 anos, para efeitos de eventual verificação em contexto de fiscalização do trabalho do perito qualificado pela entidade responsável no SCE.

4. Vistoria

A visita obrigatória realizada pelo perito qualificado ao imóvel teve lugar no dia 00 de 00 de 0000, com início às 00:00 e final às 00:00.

Para além da recolha de informação essencial ao processo de certificação, a vistoria realizada permitiu também confirmar a autenticidade e actualidade da informação constante na documentação recolhida e detetar eventuais diferenças em relação à documentação disponibilizada pelo proprietário, conforme detalhado no Anexo I.

Na vistoria foi possível aceder a todos os espaços úteis e aos espaços não úteis do imóvel a certificar, com excepção do desvão de cobertura.

Verificou-se na vistoria que não existem evidências do imóvel ter sido objecto de qualquer reabilitação térmica ou reforço de isolamento. Foi igualmente possível confirmar a inexistência de qualquer indício de patologias construtivas que afectem o desempenho térmico, o conforto e a salubridade dos espaços. [existência de indícios de patologias construtivas que afectam o desempenho térmico, o conforto e a salubridade dos seguintes espaços:

- *(designação/descrição do espaço);*
- *(designação/descrição do espaço)].*

Relativamente aos equipamentos e componentes com influência na eficiência térmica ou na qualidade do ar interior, [foram encontradas as seguintes deficiências de funcionamento: *(indicar: ex.: estores avariados, janelas que não abrem ou não fecham, vidros partidos, ventilações avariadas, etc.)*] não foram identificados defeitos de funcionamento.

Toda a vistoria realizada pelo perito foi documentada através de um relatório fotográfico do interior e do exterior do imóvel, do qual constam no **Anexo II** alguns dos registos que ilustram as soluções construtivas e equipamentos instalados.

Durante a vistoria, não ocorreu qualquer incidente nem com pessoas nem com bens ou documentos. Também nenhum acidente. [ocorreram os seguintes incidentes: (*indicar sucinta e genericamente, não identificando pessoas*).] [Ocorreram os seguintes acidentes: (*indicar sucintamente, incluindo número de pessoas que sofreram consequências*).]

5. Levantamento dimensional

Durante a vistoria, foi confirmada a precisão geométrica das peças desenhadas disponíveis do imóvel, pela medição directa das principais dimensões do interior, não tendo sido utilizado o recurso às regras de simplificação aplicáveis ao levantamento dimensional descritas no Despacho n.º 15793-E/2013.

Por falta de peças desenhadas [credíveis], foi efetuado o levantamento dimensional das áreas do imóvel pela medição directa das principais dimensões do interior.] [, tendo sido utilizado o recurso às regras de simplificação aplicáveis ao levantamento dimensional descritas no Despacho n.º 15793-E/2013, tais como:







Parâmetro	Regras de Simplificação
Área útil de pavimento	- Ignorar áreas de parede/pavimento/cobertura associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1,0 m;
Área de parede (interior e exterior)	- Ignorar áreas de parede/pavimento/cobertura associadas a recuados e avançados com profundidade inferior a 1,0 m;
Área de pavimento (interior e exterior)	- Reduzir o valor da área interior útil de pavimento total em 10% caso a medição da área seja feita de forma global, incluindo a área de contacto das paredes divisórias com os pavimentos, isto é, sem compartimentação dos espaços;
Área de cobertura (interior e exterior)	- A área das coberturas inclinadas (inclinação superior a 10º) pode ser medida no plano horizontal, agravando-se o valor medido em 25%.
Pé-direito médio	- Em caso de pé-direito variável, deverá ser adotado um valor médio aproximado e estimado em função das áreas de pavimento associadas.
Área de portas (interior e exterior)	- As portas de envolvente com uma área envidraçada inferior a 25% poderão considerar-se incluídas na secção corrente da envolvente opaca contígua, sendo que no caso contrário poderão ser tratadas globalmente como um vão envidraçado.

[Não foram identificados espaços não úteis em contacto com o edifício ou fração em estudo.] [Foram identificados os espaços não úteis descritos na tabela seguinte, os quais estão em contacto com as zonas aí descritas da fração ou edifício em estudo.] Foram identificados os espaços não úteis descritos nas folhas ou programa de cálculo regulamentar que complementam o presente relatório, os quais estão em contacto com as zonas aí descritas da fração ou edifício em estudo. b_{tr}

Descrição do espaço não útil	Zonas com as quais está em contacto	b_{tr}

No **Anexo III** consta uma planta ilustrativa do levantamento dimensional realizado durante a visita. [Para além da planta do imóvel, o referido anexo inclui outro(s) desenho(s) esquemáticos que permite(m) identificar/caracterizar outras dimensões relevantes].

Estes elementos, incluem a indicação dos diferentes tipos de envolvente usando o esquema de cores a seguir indicado:

Envolvente exterior	
Envolvente interior com requisitos de exterior	
Envolvente interior com requisitos de interior	
Envolvente sem requisitos	
Em planta identificar pavimento (com a respectiva cor)	
Em planta identificar cobertura (com a respectiva cor)	

Na tabela seguinte incluem-se alguns elementos e dimensões características do imóvel em estudo:

Tipologia:	T3	Área útil (m²):	73,30	Pé-direito médio (m)	2,45
-------------------	----	------------------------	-------	-----------------------------	------

Área total (m²) de:	Paredes exteriores	Paredes interiores com requisitos	Vãos envidraçados
	76,75	0	17,40


6. Pontes térmicas

Não existem elementos que permitam identificar e medir as pontes térmicas planas na envolvente, pelo que se optou pela majoração em 35% das perdas associadas à envolvente corrente exterior.

[Foi ignorada a determinação das áreas das pontes térmicas planas por se admitir que a solução construtiva garante a ausência destas, tal como definido ponto 1 do número 2.1.2 do Despacho n.º 15793-E/2013.] [Foram identificadas e medidas as pontes térmicas planas descritas na tabela seguinte.]

Tipo de ponte térmica plana	Elementos (incluindo orientação) em que se inserem
Pilares	
Vigas	
Caixa de Estore	
Outros	

[No **Anexo III** estão assinaladas com um círculo cada uma as situações de ponte térmica plana identificadas no imóvel, tendo sido usada a legenda a seguir descrita:]

Tipo de ponte térmica plana	Legenda (junto ao local, na planta)	Assinaladas com...
Pilares	PTP_P	 Círculo castanho
Vigas	PTP_V	
Caixa de Estore	PTP_CE	
Outros	PTP_O	

Foram identificadas e medidas todas as situações de ponte térmica linear prevista no cálculo regulamentar, conforme apresentado na folha ou programa de cálculo regulamentar que complementam o presente relatório.

Na identificação e quantificação das perdas associadas às pontes térmicas lineares, foram adoptadas as simplificações previstas no número 2.1.4 do Despacho n.º 15793-E/2013, tendo sido determinados os valores para os respectivos desenvolvimentos lineares que constam nas folhas ou programa de cálculo regulamentar que complementam o presente relatório.

Tipo de ponte térmica linear	Desenvolvimento linear (metros)
Exterior	(valor)
Interior	(valor)
Em contacto com o solo	-
Igual ou acima da cota de soleira	(valor)
Abaixo da cota de soleira	(valor)

7. Coeficientes de transmissão térmica superficial

O valor de coeficiente de transmissão térmica superficial (U) que caracteriza cada uma das diferentes soluções construtivas que compõem a envolvente do imóvel está descrito no **Anexo IV**, juntamente com a indicação da(s) evidência(s) disponível(eis) ou da(s) fonte(s) de informação que suporta(m) os valores considerados. **No Anexo II** encontram-se igualmente imagens que evidenciam algumas características das soluções existentes.

De notar que, para determinação do valor de U das diferentes soluções construtivas, foi prioritariamente considerada toda a informação disponível sobre as características técnicas

dos elementos que as constituem. Apenas na ausência de informação específica, o perito recorreu aos valores tabelados de fontes de informação de referência, tendo, nesses casos, utilizado as melhores opções aplicáveis e em coerência com a informação recolhida no local aquando da vistoria ao imóvel.

[Foi considerada uma correcção aos valores do coeficiente de transmissão térmica por ter sido evidenciada a beneficiação do imóvel por colocação de isolamento térmico após construção.]

8. Renovação do ar interior

A renovação do ar interior no imóvel processa-se com base em ventilação natural. Para efeitos de determinação da respectiva taxa de ventilação, foi considerado que o imóvel se encontra a uma distância superior a 5 km da costa, à altitude de 629 m e que a respectiva zona de implantação é [urbana] [uma zona rural]. [muito exposta (sem obstáculos que atenuem o vento)].

Foi determinado o valor de 0,00 renovações de ar por hora (rph,i) na estação de aquecimento e o valor de 0,00 renovações de ar por hora (rph, v) na estação de arrefecimento com base apenas na ventilação natural e considerando aspetos tais como os seguintes:

- caixilharia sem classificação de classe (*valor*) (foi evidenciada e mantida uma cópia da existência do respectivo certificado comprovativo da classe de caixilharia);
- inexistência de aberturas auto-reguladas; [existência de aberturas auto-reguladas. (a fotografia que evidencia essa existência consta do relatório fotográfico realizado pelo perito na vistoria ao imóvel e mantida uma cópia da existência do respectivo certificado comprovativo do caudal de ar controlado pela respectiva abertura)];
- edifício com altura (Hedif) de 6 m, sendo que a altura da fração (Hfa) é de 6 m e o número fachadas exposta ao exterior (Nfach) é de dois ou superior.
- não existem obstáculos significativos em frente ao edifício;
- altura do obstáculo situado em frente ao edifício (Hobs) é de (*valor*) m encontrando-se a uma distância (Dobs) de (*valor*) m.

[Foi determinado o valor de (*valor*) renovações por hora (rph) de ar com base numa solução de ventilação mecânica, tendo sido [considerado o método detalhado do Despacho nº 15793-K/2013] [utilizadas as simplificações previstas no Despacho nº 15793-E/2013], considerando aspetos tais como os seguintes:

- funcionamento dos ventiladores [em contínuo] [em descontínuo], localizados nas seguintes divisões: (*indicar divisões onde se encontrem os ventiladores*)
- caudal extraído de (*valor*) m³/h
- uma potência dos ventiladores estimada em (*valor*) W, tendo por base (*justificação*)
- [classe de exposição [1] [2] [3] [4] e contribuição de infiltrações de (*valor*) h⁻¹]

9. Factor solar do envidraçado

O valor de factor solar do envidraçado que caracteriza cada um dos diferentes vãos envidraçados está descrito no **Anexo IV**, juntamente com a indicação da(s) evidência(s) disponível(eis) ou da(s) fonte(s) de informação que suporta(m) os valores considerados. No **Anexo II** encontram-se igualmente imagens que evidenciam algumas características dos vãos existentes.

Tipo de elemento	Descrição sucinta
Obstruções no horizonte	
Sombreamentos verticais	
Sombreamentos horizontais	

10. Classe de inércia térmica

A classe de inércia considerada para o imóvel foi média. Para determinação da classe de inércia foi utilizado o método detalhado considerando a contribuição das massas superficiais dos diversos elementos construtivos. foram utilizadas as simplificações previstas no Despacho nº 15793-E/2013], tendo em conta o(s) seguinte(s) aspecto(s) que condicionaram a classe determinada:

- Pavimento e teto de betão armado ou pré-esforçado;
- Revestimento de teto em estuque ou reboco;
- Revestimento de piso cerâmico, pedra, parquet, alcatifa tipo industrial sem pelo, com exclusão de soluções de pavimentos flutuantes;
- Paredes interiores de compartimentação em alvenaria com revestimentos de estuque ou reboco;
- Paredes exteriores de alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco;
- Paredes da envolvente interior (caixa de escadas, garagem,...) em alvenaria com revestimentos interiores de estuque ou reboco;
- Teto falso em todas as divisões ou pavimento de madeira ou esteira leve (cobertura);
- Revestimento de piso do tipo flutuante ou pavimento de madeira;
- Paredes de compartimentação interior em tabique ou gesso cartonado ou sem paredes de compartimentação.

As evidências recolhidas e cálculos realizados que permitem suportar as considerações relativamente à inércia térmica considerada fazem parte do processo de certificação.

. [estão constantes no **Anexo II**]

11. Contribuição de sistemas de coletores solares (E_{ren})

O imóvel em estudo não dispõe de sistema de colectores solares.

[A fracção dispõe de sistema de colectores solares para aquecimento de águas sanitárias, o qual se pode caracterizar pelos elementos descritos de seguida:

- a [data] [ano] de instalação do sistema de colector foi (*data ou ano*);
- [o equipamento ou sistema instalado encontra-se certificado de acordo com as normas aplicáveis] [não existem evidências que o equipamento ou sistema instalado seja certificado de acordo com as normas aplicáveis];
- [o sistema dispõe de contrato de manutenção válido, cuja cópia consta do processo de certificação] [o sistema não dispõe ou não foi evidenciada a existência de contrato de manutenção válido];
- [a instalação foi realizada por técnico devidamente qualificado no âmbito de sistemas de qualificação ou acreditação aplicáveis conforme cópia da respetiva declaração que consta do [processo de certificação] [não existem evidências que a instalação do sistema foi realizada por técnico devidamente qualificado no âmbito de sistemas de qualificação ou acreditação aplicáveis];
- A contribuição solar (E_{solar}) estimada foi de (*valor*), tendo sido determinada utilizando [o programa Solterm (versão 5.1 ou superior)] [os valores padrão por distrito e regras de cálculo indicadas no Despacho nº 15793-E/2013].

12. Contribuição de outros sistemas de energia renovável (E_{ren})

O imóvel em estudo não dispõe de outros sistemas de energia renovável.

O imóvel dispõe do(s) seguinte(s) sistema(s) para aproveitamento de energia renovável:

- (*designação sucinta do sistema*);
- (*designação sucinta do sistema*).

No **Anexo V** encontram-se mais detalhes sobre os sistemas instalados.

13. Sistemas de aquecimento, de arrefecimento e de preparação de AQS

Não foi evidenciada a existência dos seguintes sistemas:

- Sistema de aquecimento;
- Sistema de arrefecimento;
- Sistema de produção de águas quentes sanitárias.

O tipo de sistemas e os respetivos valores de eficiência identificados para as funções que desempenham, encontram-se descritos no Anexo VI, juntamente com a indicação da(s) evidência(s) disponível(eis) ou da(s) fonte(s) de informação que suporta(m) os valores considerados. No Anexo II encontram-se igualmente imagens que evidenciam esses sistemas e suas características.

De notar que, para caracterização dos equipamentos ou sistemas instalados (em particular dos respectivos valores de eficiência), foram prioritariamente consideradas todas as especificações ou catálogos técnicos disponíveis. Nos casos em que tal informação não estava disponível nos elementos fornecidos pelo proprietário, foi consultado o respectivo fornecedor ou fabricante do equipamento, com vista à obtenção dos dados necessários. Apenas na ausência de informação específica, o perito recorreu aos valores tabelados de fontes de informação de referência, tendo, nesses casos, utilizado as melhores opções aplicáveis e em coerência com a informação recolhida no local aquando da vistoria ao imóvel.

Foi verificado o carácter não provisório dos sistemas instalados. Foi igualmente verificado o normal funcionamento dos mesmos.

[Não foi possível verificar o normal funcionamento dos equipamentos por (*indicar as razões*)]

14. Medidas de melhoria

O presente imóvel foi objecto de um estudo de medidas de melhoria que visa identificar oportunidades para otimizar o desempenho energético, aumentar o conforto térmico e promover a salubridade dos espaços. O estudo de soluções seguiu a hierarquia de prioridades definida para o efeito, nomeadamente:

- 1) Correção de patologias construtivas;
- 2) Redução das necessidades de energia útil por intervenção na envolvente;
- 3) Utilização de energias renováveis;
- 4) Melhoria da eficiência dos sistemas.

As medidas estudadas neste âmbito encontram-se elencadas no **Anexo VII**, especificando aquelas que foram incluídas no CE emitido.

O estudo detalhado das medidas de melhoria consta de um relatório adicional entregue juntamente com o certificado ao proprietário do imóvel, fazendo parte integrante do processo de certificação.

ANEXO I

Documentação sobre o imóvel obtida e analisada pelo PQ

Documento (cópia)	Descrição/justificação sucinta de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ eventuais limitações à utilização da informação no documento ou; ▪ diferenças detectadas em relação à realidade actual verificada durante a vistoria ao imóvel; ▪ fonte;
Caderneta predial urbana	
Certidão de registo na conservatória	
Projeto de arquitetura	
Projeto de estruturas	
Projeto de comportamento térmico	
Projeto de especialidade de águas e esgotos	
Ficha técnica da habitação]	
Ficha técnica dos sistema(s) e/ou equipamento(s) instalado(s) para a preparação de águas quentes sanitárias	
Ficha técnica dos sistema(s) e/ou equipamento(s) instalado(s) para climatização (aquecimento e/ou arrefecimento)	
Especificações técnicas dos materiais e/ou sistemas construtivos utilizados (<i>indicar quais</i>)	
Contrato de manutenção do sistema solar	
Declarações de técnicos credenciados	
Fichas de inspeção de sistemas de ar condicionado e/ou caldeiras	

ANEXO II

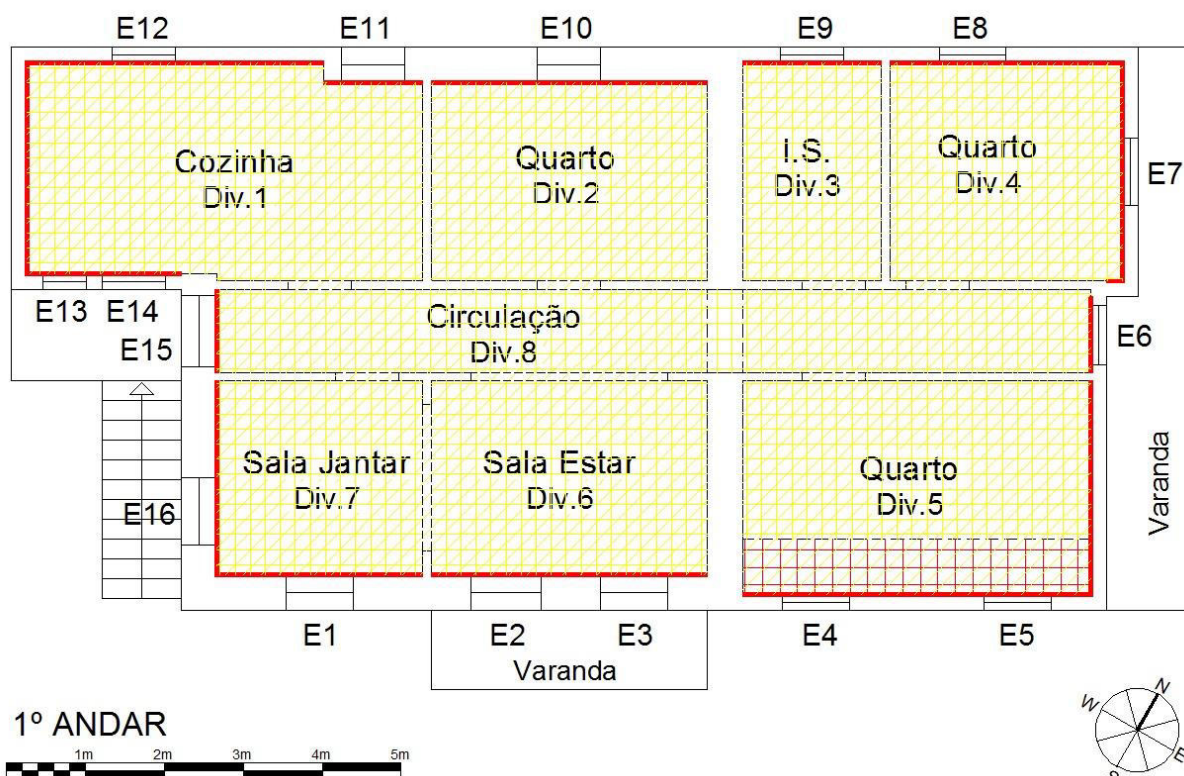
Seleção de registos do relatório fotográfico realizado pelo perito na vistoria ao imóvel

Foto 1: Alçado principal e lateral esquerdo (orientados a SE e SW respetivamente)

Foto 2: Alçado principal e lateral direito (orientados a SE e NE respetivamente)

ANEXO III

Planta(s) ilustrativa(s) do imóvel e/ou corte esquemático, com os diferentes tipos de envolvente assinalados, conforme aferido durante a vistoria realizada pelo perito ao imóvel



ANEXO IV

Valor de coeficiente de transmissão térmica superficial (U) que caracteriza cada uma das diferentes soluções construtivas que compõem a envolvente do imóvel

Paredes / Coberturas / Pavimentos / Vãos envidraçados

Designação da solução construtiva	Evidência(s) ou fonte(s) utilizada(s) para determinação do valor de U	Valor de U (W/m².°C)
Soluções constantes do CE	ITE 50; Catálogos de fabricantes e Despacho nº 15793-K/2013	Variável consoante casos

ANEXO IV (continuação)

Caracterização dos diferentes tipos de vãos envidraçados do imóvel

Designação do vão	
Material	
Tipo de vão envidraçado	
Tipo de janela (sistema de abertura)	
Vidro	
Lâmina de ar (mm)	
Emissividade (ε)	
Dispositivo oclusão noturna (permeabilidade)	
Evidências e/ou fontes de informação	

ANEXO V

Soluções instaladas para aproveitamento de fontes de energia renovável

Descrição sucinta da solução	
Método, pressupostos e fonte(s) utilizada(s) para determinação do valor de Eren	

Descrição sucinta da solução	
Método, pressupostos e fonte(s) utilizada(s) para determinação do valor de Eren	

ANEXO VI

Principais características os equipamentos instalados para aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente e produção de água quente sanitária

Aquecimento ambiente

Tipo de equipamento / sistema	
Eficiência / rendimento	
Evidência(s) ou fonte(s) utilizada(s) para determinação da eficiência	
Estado de conservação	
Idade ou data da instalação	

Arrefecimento ambiente

Tipo de equipamento / sistema	
Eficiência / rendimento	
Evidência(s) ou fonte(s) utilizada(s) para determinação da eficiência	
Estado de conservação	
Idade ou data da instalação	

Produção de águas quentes sanitárias

Tipo de equipamento / sistema	
Eficiência / rendimento	
Evidência(s) ou fonte(s) utilizada(s) para determinação da eficiência	
Estado de conservação	
Idade ou data da instalação	

ANEXO VII

Descrição das medidas de melhoria estudadas para a elaboração do certificado

Tipo de medidas / Designação sucinta	Incluída no CE?
Medidas que visam correção de patologias construtivas	
Medidas para reduzir as necessidades de energia útil por intervenção na envolvente	
Medidas com utilização de energias renováveis	
Medidas que envolvam a melhoria da eficiência dos sistemas de climatização e/ou preparação de AQS	
Medidas com efeito positivo nas condições de salubridade e de conforto de parte ou da totalidade da fracção ou edifício a certificar	

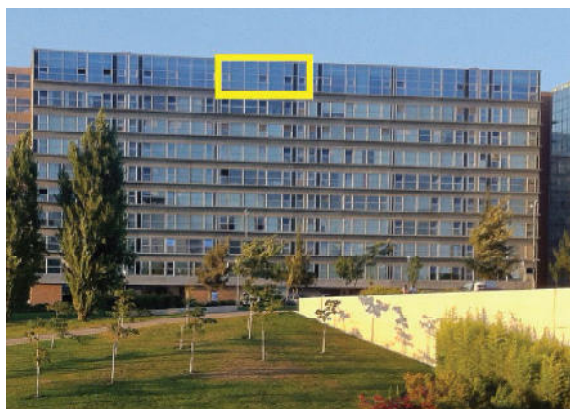


Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo XI

Certificado energético



IDENTIFICAÇÃO POSTAL

Morada AV^a FONTES PEREIRA DE MELO, 51 A 51-G, 8º ESQ
Localidade LISBOA
Freguesia AVENIDAS NOVAS
Concelho LISBOA

GPS 39.700000, -8.000000

IDENTIFICAÇÃO PREDIAL/FISCAL

5ª Conservatória do Registo Predial de LISBOA
Nº de Inscrição na Conservatória 816
Artigo Matricial nº 898

Fração Autónoma K

INFORMAÇÃO ADICIONAL

Área útil de Pavimento 170,00 m²

Este certificado apresenta a classificação energética deste edifício ou fração. Esta classificação é calculada comparando o desempenho energético deste edifício nas condições atuais, com o desempenho que este obterá nas condições mínimas (com base em valores de referência) a que estão obrigados os edifícios novos. Obtenha mais informação sobre a certificação energética no site da ADENE em www.adene.pt

INDICADORES DE DESEMPENHO

Determinam a classe energética do edifício e a eficiência na utilização de energia, incluindo o contributo de fontes renováveis. São apresentados comparativamente a um valor de referência e calculados em condições padrão.

	Aquecimento Ambiente
Referência:	16 kWh/m².ano
Edifício:	18 kWh/m².ano
Renovável	- %

12%
MENOS
eficiente
que a referência

	Arrefecimento Ambiente
Referência:	8,0 kWh/m².ano
Edifício:	5,0 kWh/m².ano
Renovável	- %

38%
MAIS
eficiente
que a referência

	Água Quente Sanitária
Referência:	18 kWh/m².ano
Edifício:	20 kWh/m².ano
Renovável	- %

11%
MENOS
eficiente
que a referência

CLASSE ENERGÉTICA

Mais eficiente

A+
0% a 25%

A
26% a 50%

B
51% a 75%

B-
76% a 100%

C
101% a 150%

D
151% a 200%

E
201% a 250%

F
Mais de 251%

Mínimo:
Edifícios Novos

Mínimo:
Grandes Intervenções

C
103%

Menos eficiente

ENERGIA RENOVÁVEL

Contributo de energia renovável no consumo de energia deste edifício.

0%

EMISSIONES DE CO₂

Emissões de CO₂ estimadas devido ao consumo de energia.

0,8
toneladas/ano



DESCRIÇÃO SUCINTA DO EDIFÍCIO OU FRAÇÃO

O edifício localiza-se no concelho de Lisboa, distrito de Lisboa, a uma altitude de 20 metros e a uma distância à costa superior a 5 Km.

Apresenta uma tipologia T4, possui uma área útil de pavimento de 170 m² e é constituído por 1 piso num edifício de 9 pisos. Segundo a informação disponível o edifício foi construído em 2007.

A produção de águas quentes sanitárias é assegurada por um esquentador a gás natural. O aquecimento ambiente é assegurado por um multi-split com 4 unidades interiores. O arrefecimento é assegurado pelo multi-split com 4 unidades interiores.

A ventilação é processada de forma natural.

COMPORTAMENTO TÉRMICO DOS ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DA HABITAÇÃO

Descreve e classifica o comportamento térmico dos elementos construtivos mais representativos desta habitação. Uma classificação de 5 estrelas, expressa a referência adequada para esses elementos, tendo em conta, entre outros factores, as condições climáticas onde o edifício se localiza.

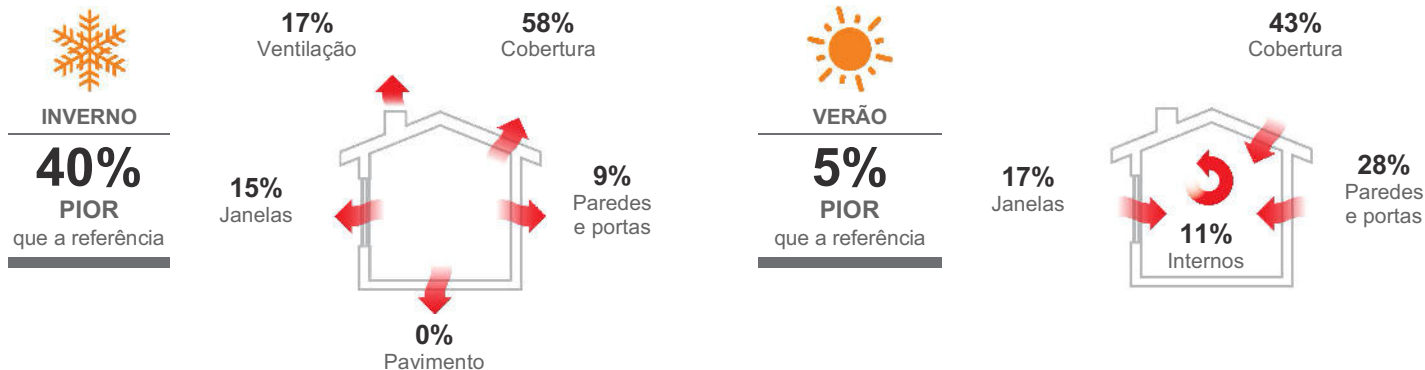
Tipo	Descrição das Principais Soluções	Classificação
PAREDES	Parede simples com isolamento térmico pelo exterior	★★★★★
	Parede dupla sem isolamento térmico	★★☆☆☆
COBERTURAS	Cobertura horizontal sem isolamento térmico	☆☆☆☆☆
PAVIMENTOS		
JANELAS	Janela Simples com Caixilharia metálica sem corte térmico com vidro simples e com proteção solar pelo exterior	★★☆☆☆

Soluções sem isolamento, referem-se a soluções onde não existe isolamento térmico ou que não foi possível comprovar a sua existência.
A classificação de janelas, inclui o contributo de eventuais dispositivos de oclusão noturna.

Pior ☆☆☆☆☆
Melhor ★★★★★

PERDAS E GANHOS DE CALOR DA HABITAÇÃO

Os elementos construtivos contribuem para o consumo de energia associado à climatização e para o conforto na habitação. A informação apresentada, indica o contributo desses elementos, bem como, os locais onde ocorrem perdas e ganhos de calor.





PROPOSTAS DE MEDIDAS DE MELHORIA

As medidas propostas foram identificadas pelo Perito Qualificado e têm como objectivo a melhoria do desempenho energético do edifício. A implementação destas medidas, para além de reduzir a fatura energética anual, poderá contribuir para uma melhoria na classificação energética.

Nº da Medida	Aplicação	Descrição da Medida de Melhoria Proposta	Custo Estimado do Investimento	Redução Anual Estimada da Fatura Energética	Classe Energética (após medida)
1		Isolamento térmico em paredes exteriores – aplicação pelo exterior com revestimento aplicado sobre o isolante	3.500€	até 150€	B ⁻
2		Substituição de vãos envidraçados existentes por novos vãos envidraçados de classe energética A (classificação SEEP)	1.800€	até 200€	B
3		Instalação de sistema solar térmico individual – sistema de circulação forçada	2.500€	até 300€	B
4		Efetuar manutenção do equipamento de produção de águas quentes sanitárias	150€	até 0€	C
5		Isolamento térmico de cobertura plana - aplicação sobre a laje	4.500€	até 300€	B

Saiba mais sobre estas medidas de melhoria nas restantes páginas deste certificado.

CONJUNTO DE MEDIDAS DE MELHORIA

1 + 2 + 3 + 5

Representa o impacto a nível financeiro e do desempenho energético na habitação, que este conjunto de medidas de melhoria terá, se for implementado.



12.300€

CUSTO TOTAL ESTIMADO
DO INVESTIMENTO



até 800€

REDUÇÃO ANUAL
ESTIMADA DA FATURA



CLASSE ENERGÉTICA
APÓS MEDIDA

RECOMENDAÇÕES SOBRE SISTEMAS TÉCNICOS

Os sistemas técnicos dos edifícios de habitação, com especial relevância para os equipamentos responsáveis pela produção de águas quentes sanitárias, aquecimento e arrefecimento são determinantes no consumo de energia. Face a essa importância é essencial que sejam promovidas, com regularidade, ações que assegurem o correto funcionamento desses equipamentos, especialmente em sistemas com caldeiras que produzam água quente sanitária e/ou aquecimento, bem como sistemas de ar condicionado. Neste sentido, é recomendável que sejam realizadas ações de manutenção e inspeção regulares a esses sistemas, por técnicos qualificados. Estas ações contribuem para manter os sistemas regulados de acordo com as suas especificações, garantir a segurança e o funcionamento otimizado do ponto de vista energético e ambiental.

Nas situações de aquisição de novos equipamentos ou de substituição dos atuais, deverá obter, através de um técnico qualificado, informação sobre o dimensionamento e características adequadas em função das necessidades. A escolha correta de um equipamento permitirá otimizar os custos energéticos e de manutenção durante a vida útil do mesmo.

Estas recomendações foram produzidas pela ADENE - Agência para a energia. Caso necessite de obter mais informações sobre como melhorar o desempenho dos seus equipamentos, contacte esta agência ou um técnico qualificado.



DEFINIÇÕES

Energia Renovável - Energia proveniente de recursos naturais renováveis como o sol, vento, água, biomassa, geotermia entre outras, cuja utilização para suprimento dos diversos usos no edifício contribui para a redução do consumo de energia fóssil deste.

Emissões CO₂ - Indicador que traduz a quantidade de gases de efeito de estufa libertados para a atmosfera em resultado do consumo de energia nos diversos usos considerados no edifício.

Valores de Referência - Valores que expressam o desempenho energético dos elementos construtivos ou sistemas técnicos e que conduzem ao cenário de referência determinado para efeito de comparação com o edifício real.

Condições Padrão - Condições consideradas na avaliação do desempenho energético do edifício, admitindo-se para este efeito, uma temperatura interior de 18°C na estação de aquecimento e 25°C na estação de arrefecimento, bem como o aquecimento de uma determinada quantidade de água quente sanitária, em função da tipologia da habitação.

INFORMAÇÃO ADICIONAL

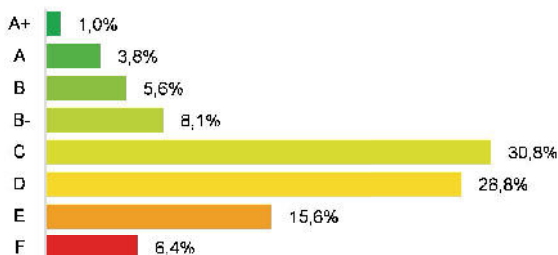
Tipo de Certificado Existente

Nome do PQ ADENE 99

Número do PQ QAPQ00099

Data de Emissão 28-01-2015

Código do Ponto de Entrega de Consumo



Distribuição de classes energéticas relativas aos certificados emitidos no período compreendido entre dez-2013 a jun-2014, o respeitantes aos edifícios de tipologia habitação.

NOTAS E OBSERVAÇÕES

A classe energética foi determinada com base na comparação do desempenho energético do edifício nas condições em que este se encontra, face ao desempenho que o mesmo teria com uma envolvente e sistemas técnicos de referência. Considera-se que os edifícios devem garantir as condições de conforto dos ocupantes, pelo que, caso não existam sistemas de climatização no edifício/fração, assume-se a sua existência por forma a permitir comparações objetivas entre edifícios.



Os consumos efetivos do edifício/fração podem divergir dos consumos previstos neste certificado, pois dependem da ocupação e padrões de comportamento dos utilizadores.



Esta secção do certificado energético apresenta, em detalhe, os elementos considerados pelo Perito Qualificado no processo de certificação do edifício/fração. Esta informação encontra-se desagregada entre os principais indicadores energéticos e dados climáticos relativos ao local do edifício, bem como as soluções construtivas e sistemas técnicos identificados em projeto e/ou durante a visita ao imóvel. As soluções construtivas e sistemas técnicos encontram-se caracterizados tendo por base a melhor informação recolhida pelo Perito Qualificado e apresentam uma indicação dos valores referenciais ou limites admissíveis (quando aplicáveis).

RESUMO DOS PRINCIPAIS INDICADORES			DADOS CLIMÁTICOS	
Sigla	Descrição	Valor / Referência	Descrição	Valor
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m².ano)	70,0 / 50,0	Altitude	20 m
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m².ano)	21,0 / 20,0	Graus-dia (18° C)	700
Qa	Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano)	2.400,0 / 2.400,0	Temperatura média exterior (I / V)	11,1 / 22,9 °C
Wvm	Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano)	0,0	Zona Climática de inverno	I1
Eren	Energia produzida a partir de fontes renováveis fontes renováveis para usos regulados (kWh/ano)	0,0 / 0,0*	Zona Climática de verão	V3
Eren, ext	Energia produzida a partir de fontes renováveis para outros usos (kWh/ano)	0,0	Duração da estação de aquecimento	4,7 meses
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh _{ep} /m².ano)	76,0 / 74,0	Duração da estação de arrefecimento	4,0 meses

* respeitante à contribuição mínima a que estão sujeitos os edifícios novos ou grandes intervenções, quando aplicável

PAREDES, COBERTURAS, PAVIMENTOS E PONTES TÉRMICAS PLANAS		Coeficiente de Transmissão Térmica* [W/m².°C]		
Descrição dos Elementos Identificados	Área Total e Orientação [m²]			
		Solução	Referência	Máximo
Paredes				
Parede exterior em alvenaria simples de tijolo furado de 0,15 m, sem isolamento térmico e com revestimento aderente em ambas as faces, no interior em placas de gesso cartonado e no exterior em cerâmica. Espessura total da parede 0,24 m.	18  6,0	1,10 ★ ★ ☆ ☆ ☆	0,50	-
Parede exterior em alvenaria dupla de tijolo furado 0,11m+0,15m e espaço de ar de 0,06m, com isolamento térmico em EPS, com massa volúmica entre 15 e 20 Kg/m3, a preencher a totalidade do espaço de ar, revestimento aderente pelo exterior em reboco tradicional e pelo interior a estuque projetado. Espessura total da parede 0,38 m.	12  15	0,42 ★ ★ ★ ★ ★	0,50	-
Coberturas				
Cobertura horizontal exterior, sem isolamento térmico, em estrutura de laje maciça pesada, revestida pelo interior em estuque.	170,0	1,40 ☆☆☆☆☆	0,40	-

* Menores valores representam soluções mais eficientes.



Medida de Melhoria

1

Isolamento térmico em paredes exteriores – aplicação pelo exterior com revestimento aplicado sobre o isolante

Aplicação de 6cm de isolamento térmico em painel de lã mineral para ETICS pelo exterior nas paredes exteriores, com revestimento aderente idêntico ao actual. A solução proposta tem um coeficiente de transmissão térmica de 0.36W/(m².°C) para as paredes com 30cm. A solução é constituída por uma camada de base de 2 mm que deverá ser aplicada sobre a parede (que deverá ter um tratamento prévio de limpeza), placa de isolamento térmico, rede de fibra de vidro e sobre esta uma nova camada de base com 2 mm, com aplicação de primário e finalmente a camada de revestimento delgado com 1/2 mm. Para a implementação da medida de melhoria será necessário aferir a regularidade do suporte, não existindo constrangimentos à sua execução. A implementação desta medida deverá ser promovida de forma integrada, em todo o edifício, reunindo o acordo e consenso entre os restantes condóminos.

Uso



Novos Indicadores de Desempenho

25%
MAIS
eficiente

25%
MAIS
eficiente

11%
MENOS
eficiente

Outros Benefícios

ENR

TER

ACU

PAT

QAI

SEG

FIM

REN

VIS

● Benefícios identificados

Medida de Melhoria

5

Isolamento térmico de cobertura plana - aplicação sobre a laje

Aplicação de 8cm de isolamento térmico em poliestireno extrudido sobre a cobertura exterior, e acabamento por lajetas de betão sobre apoios pontuais, com altura de 20mm e dimensionadas de modo a que a pressão de contacto das placas com o isolamento seja a adequada. Foi identificada a existência de uma infiltração de água pontual sobre a cozinha, pelo que se sugere, aquando da implementação da medida de melhoria, a correção da impermeabilização dessa zona. Esta intervenção poderá carecer de aprovação por parte do condomínio, pelo facto de ser necessário intervir nas partes comuns do edifício.

Uso



Novos Indicadores de Desempenho

50%
MAIS
eficiente

38%
MAIS
eficiente

11%
MENOS
eficiente

Outros Benefícios

ENR

TER

ACU

PAT

QAI

SEG

FIM

REN

VIS

● Benefícios identificados

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Descrição dos Elementos Identificados

Área Total
e Orientação
[m²]

Coef. de Transmissão
Térmica*[W/m².°C]

Fator Solar

Solução

Referência

Vidro

Global

Vão simples inseridos nas fachadas Sul e Oeste, em caixilharia metálica de correr sem corte térmico, com vidro simples colorido na massa de 5 mm. Proteção solar exterior com persianas de réguas plásticas de cor clara



3,50
★★★☆☆

2,90

0,07

0,07

* Menores valores representam soluções mais eficientes.



Medida de Melhoria 2 Substituição de vãos envidraçados existentes por novos vãos envidraçados de classe energética A (classificação SEEP)

Substituição dos vãos envidraçados por caixilhos em alumínio com corte térmico, vedação perimetral integral, classe 4 de permeabilidade ao ar, com vidro incolor temperado de 5mm na face interior, separados por lâmina de ar de 16mm e vidro incolor de 6mm na face exterior, mantendo os dispositivos de protecção solar existentes. A solução proposta tem um coeficiente de transmissão térmica superficial U de 2.4W/(m2.°C). Para a implementação da medida de melhoria será necessário remover os envidraçados actualmente existentes, não existindo constrangimentos à sua execução.

Uso	Novos Indicadores de Desempenho	Outros Benefícios		
	25% MAIS eficiente	ENR	TER	ACU
	38% MAIS eficiente	PAT	QAI	SEG
	11% MENOS eficiente	FIM	REN	VIS
Benefícios identificados				

SISTEMAS TÉCNICOS E VENTILAÇÃO

Descrição dos Elementos Identificados	Uso	Consumo de Energia [kWh/ano]	Potência Nominal [kW]	Desempenho Nominal*	
				Solução	Ref.
Split		2.900,00	24,00	4,50	3,20
		1.500,00	28,00	3,98	2,80

*Valores maiores representam soluções mais eficientes.

Descrição dos Elementos Identificados	Uso	Consumo de Energia [kWh/ano]	Potência Nominal [kW]	Desempenho Nominal*	
				Solução	Ref.
Esquentador		3.200,00	19,20	0,82	0,86

*Valores maiores representam soluções mais eficientes.



Descrição dos Elementos Identificados

Uso

Taxa nominal de renovação de ar (h^{-1})

Solução

Mínimo

Ventilação

A ventilação é processada de forma natural. O edifício não possui aberturas de admissão de ar na fachada. As condutas de ventilação natural asseguram o escoamento de ar de admissão e exaustão. Os vãos envidraçados, face ao seu modo de abertura, não permitem efetuar o arrefecimento noturno.



0,45

0,40

Medida de Melhoria

3

Instalação de sistema solar térmico individual – sistema de circulação forçada

Sistema de energia solar térmica constituído por uma unidade da marca XPTO, modelo ABC, gama 123, com colectores planos com uma área total de 2.23m² instalados no exterior e orientados a 0° de Sul com uma inclinação de 35°, sendo os sombreamentos de horizonte sem sombreamento significativo. O sistema é constituído por um depósito de acumulação com um volume total de 150 litros, instalado na posição vertical num módulo de cozinha existente e que poderá ser utilizado para este efeito. Esta instalação deverá ser realizada por técnicos acreditados para este efeito.



12%
MENOS
eficiente



38%
MAIS
eficiente



67%
MAIS
eficiente

ENR

TER

ACU

PAT

QAI

SEG

FIM

REN

VIS



Benefícios identificados

Medida de Melhoria

4

Efetuar manutenção do equipamento de produção de águas quentes sanitárias

Realização de manutenção ao esquentador existente responsável pela produção de água quente sanitária. Esta medida de melhoria surge uma vez que se identificou que o esquentador é recente, e aparenta condições de funcionamento razoáveis, não tendo sido, no entanto, evidenciado que o mesmo tenha sofrido manutenções que garantam, do ponto de vista de eficiência e segurança, o seu funcionamento. Esta instalação deverá ser realizada por técnicos acreditados para este efeito.



12%
MENOS
eficiente



38%
MAIS
eficiente



11%
MENOS
eficiente

ENR

TER

ACU

PAT

QAI

SEG

FIM

REN

VIS



Benefícios identificados

Legenda:

Uso

Aquecimento Ambiente Arrefecimento Ambiente Água Quente Sanitária Outros Usos (Eren, Ext) Ventilação e Extração



Outros Benefícios

Outros benefícios que poderão ocorrer após a implementação da medida de melhoria

ENR

Redução de necessidades de energia

TER

Melhoria das condições de conforto térmico

ACU

Melhoria das condições de conforto acústico

PAT

Prevenção ou redução de patologias

QAI

Melhoria da qualidade do ar interior

SEG

Melhoria das condições de segurança

FIM

Facilidade de implementação

REN

Promoção de energia proveniente de fontes renováveis

VIS

Melhoria da qualidade visual e prestígio



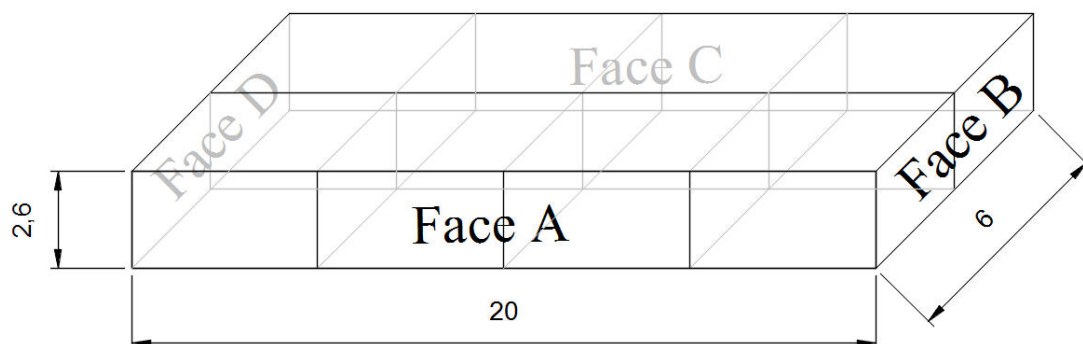
Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo XII

Modelos em estudo

Modelo A



$A_{\text{Pavimento}} = 120,0 \text{ m}^2$	Pé-Direito = 2,60 m
--	---------------------

$A_{\text{Pav Térreo}} = 120,0 \text{ m}^2$	$A_{\text{Cob Exterior}} = 120,0 \text{ m}^2$
---	---

$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	<p>Face A = $52,0 \text{ m}^2$</p> <p>Face B = $15,60 \text{ m}^2$</p> <p>Face C = $52,0 \text{ m}^2$</p> <p>Face D = $15,60 \text{ m}^2$</p>
----------------------------------	---

�rea de envidraçados igual em todas as faces
--

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}} = 10\% A_{\text{Pav}} \rightarrow A_{\text{Env}} = 3,0 \text{ m}^2/\text{Face}$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	<p>Face A = $49,0 \text{ m}^2$</p> <p>Face B = $12,60 \text{ m}^2$</p> <p>Face C = $49,0 \text{ m}^2$</p> <p>Face D = $12,60 \text{ m}^2$</p>

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}} = 15\% A_{\text{Pav}} \rightarrow A_{\text{Env}} = 4,50 \text{ m}^2/\text{Face}$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	<p>Face A = $47,50 \text{ m}^2$</p> <p>Face B = $11,10 \text{ m}^2$</p> <p>Face C = $47,50 \text{ m}^2$</p> <p>Face D = $11,10 \text{ m}^2$</p>

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}}=20\%A_{\text{Pav}} \rightarrow A_{\text{Env}} = 6,0 \text{ m}^2/\text{Face}$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = $46,0 \text{ m}^2$ Face B = $9,60 \text{ m}^2$ Face C = $46,0 \text{ m}^2$ Face D = $9,60 \text{ m}^2$

Área de envidraçado proporcional à área da face

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}}=10\%A_{\text{Pav}}$ Face A = $4,62 \text{ m}^2$ Face B = $1,38 \text{ m}^2$ Face C = $4,62 \text{ m}^2$ Face D = $1,38 \text{ m}^2$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = $47,38 \text{ m}^2$ Face B = $14,22 \text{ m}^2$ Face C = $47,38 \text{ m}^2$ Face D = $14,22 \text{ m}^2$

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}}=15\%A_{\text{Pav}}$ Face A = $6,92 \text{ m}^2$ Face B = $2,08 \text{ m}^2$ Face C = $6,92 \text{ m}^2$ Face D = $2,08 \text{ m}^2$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = $45,08 \text{ m}^2$ Face B = $13,52 \text{ m}^2$ Face C = $45,08 \text{ m}^2$ Face D = $13,52 \text{ m}^2$

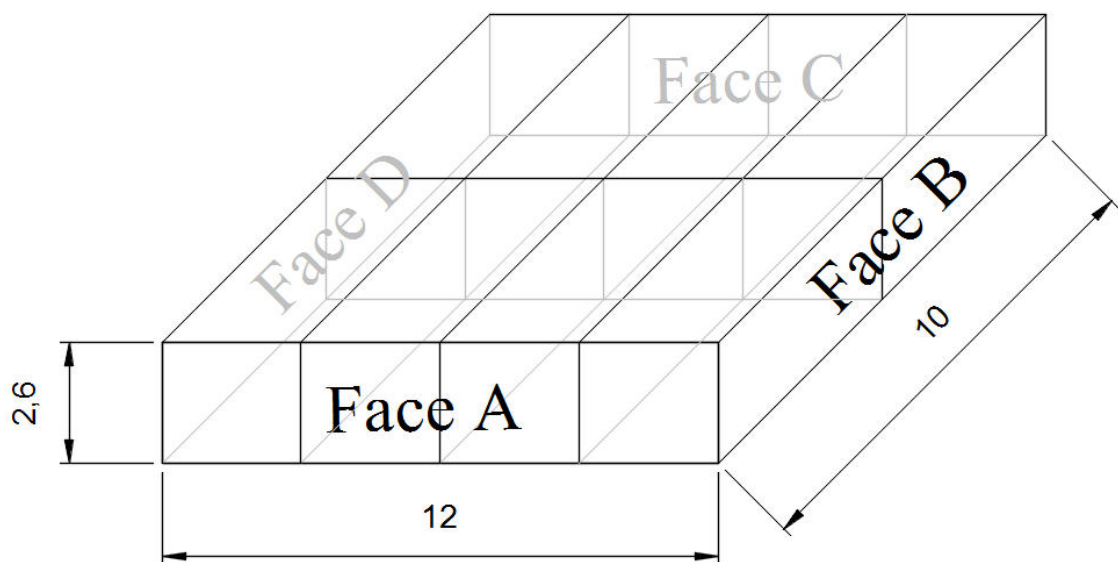
$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}}=20\%A_{\text{Pav}}$ Face A = $9,23 \text{ m}^2$ Face B = $2,77 \text{ m}^2$ Face C = $9,23 \text{ m}^2$ Face D = $2,77 \text{ m}^2$
---------------------------	---

$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = 42,77 m ² Face B = 12,83 m ² Face C = 42,77 m ² Face D = 12,83 m ²
----------------------------------	--

Pontes térmicas lineares

Fachada com pavimento térreo	52,0 m
Fachada com cobertura	52,0 m
Duas paredes verticais em angulo saliente	10,40 m
Fachada com caixilharia (admitindo envidraçados com h=2,0m)	
$A_{\text{Env}}=10\%A_{\text{PAV}}$	14,0 m
$A_{\text{Env}}=15\%A_{\text{PAV}}$	17,0 m
$A_{\text{Env}}=20\%A_{\text{PAV}}$	20,0 m

Modelo B



$A_{\text{Pavimento}} = 120,0 \text{ m}^2$	Pé-Direito = 2,60 m
--	---------------------

$A_{\text{Pav Térreo}} = 120,0 \text{ m}^2$	$A_{\text{Cob Exterior}} = 120,0 \text{ m}^2$
---	---

$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = 31,20 m ² Face B = 26,0 m ² Face C = 31,20 m ² Face D = 26,0 m ²
----------------------------------	--

Área de envidraçado igual em todas as faces

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}} = 10\% A_{\text{Pav}} \rightarrow A_{\text{Env}} = 3,0 \text{ m}^2/\text{Face}$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = 28,20 m ² Face B = 23,0 m ² Face C = 28,20 m ² Face D = 23,0 m ²

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}} = 15\% A_{\text{Pav}} \rightarrow A_{\text{Env}} = 4,50 \text{ m}^2/\text{Face}$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = 26,70 m ² Face B = 21,50 m ² Face C = 26,70 m ² Face D = 21,50 m ²

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}} = 20\% A_{\text{Pav}} \rightarrow A_{\text{Env}} = 6,0 \text{ m}^2/\text{Face}$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = 25,20 m ² Face B = 20,0 m ² Face C = 25,20 m ² Face D = 20,0 m ²

Área de envidraçado proporcional à área da face

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}} = 10\% A_{\text{Pav}}$ Face A = 3,27 m ² Face B = 2,73 m ² Face C = 3,27 m ² Face D = 2,73 m ²
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = 27,93 m ² Face B = 23,27 m ² Face C = 27,93 m ² Face D = 23,27 m ²

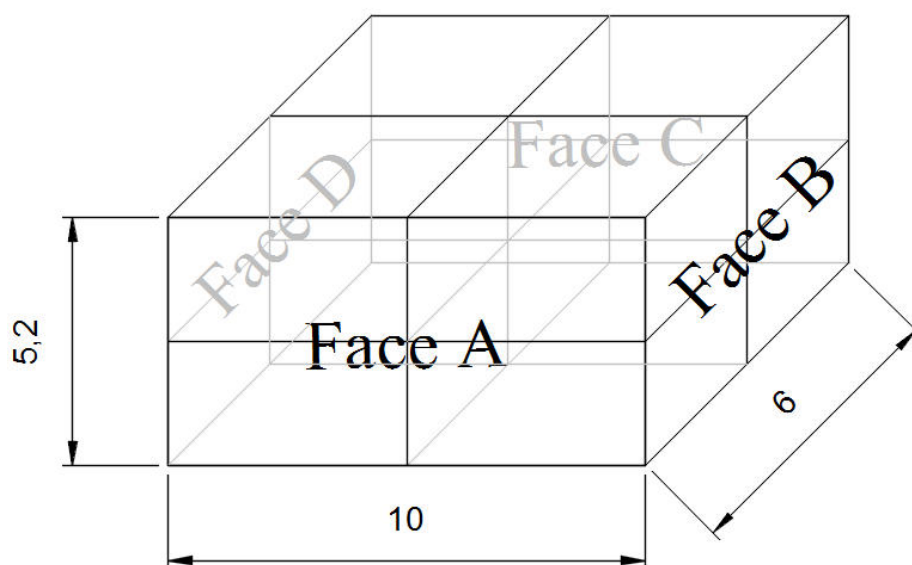
$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}}=15\%A_{\text{Pav}}$ Face A = 4,91 m ² Face B = 4,09 m ² Face C = 4,91 m ² Face D = 4,09 m ²
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = 26,29 m ² Face B = 21,91 m ² Face C = 26,29 m ² Face D = 21,91 m ²

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}}=20\%A_{\text{Pav}}$ Face A = 6,55 m ² Face B = 5,45 m ² Face C = 6,55 m ² Face D = 5,45 m ²
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = 24,65 m ² Face B = 20,55 m ² Face C = 24,65 m ² Face D = 20,55 m ²

Pontes térmicas lineares

Fachada com pavimento térreo	44,0 m
Fachada com cobertura	44,0 m
Duas paredes verticais em angulo saliente	10,40 m
Fachada com caixilharia (admitindo envidraçados com h=2,0m)	
$A_{\text{Env}}=10\%A_{\text{PAV}}$	14,0 m
$A_{\text{Env}}=15\%A_{\text{PAV}}$	17,0 m
$A_{\text{Env}}=20\%A_{\text{PAV}}$	20,0 m

Modelo C



$$A_{\text{Pavimento}} = 120,0 \text{ m}^2$$

$$\text{Pé-Direito} = 2,60 \text{ m}$$

$$A_{\text{Pav Térreo}} = 60,0 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{Cob Exterior}} = 60,0 \text{ m}^2$$

$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = $52,0 \text{ m}^2$ Face B = $31,20 \text{ m}^2$ Face C = $52,0 \text{ m}^2$ Face D = $31,20 \text{ m}^2$
----------------------------------	--

 rea de envidraçado igual em todas as faces

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}} = 10\% A_{\text{Pav}} \rightarrow A_{\text{Env}} = 3,0 \text{ m}^2/\text{Face}$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = $49,0 \text{ m}^2$ Face B = $28,20 \text{ m}^2$ Face C = $49,0 \text{ m}^2$ Face D = $28,20 \text{ m}^2$

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}} = 15\% A_{\text{Pav}} \rightarrow A_{\text{Env}} = 4,50 \text{ m}^2/\text{Face}$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = $47,50 \text{ m}^2$ Face B = $26,70 \text{ m}^2$ Face C = $47,50 \text{ m}^2$ Face D = $26,70 \text{ m}^2$

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}}=20\%A_{\text{Pav}} \rightarrow A_{\text{Env}} = 6,0 \text{ m}^2/\text{Face}$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = $46,0 \text{ m}^2$ Face B = $25,20 \text{ m}^2$ Face C = $46,0 \text{ m}^2$ Face D = $25,20 \text{ m}^2$

Área de envidraçado proporcional à área da face

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}}=10\%A_{\text{Pav}}$ Face A = $3,75 \text{ m}^2$ Face B = $2,25 \text{ m}^2$ Face C = $3,75 \text{ m}^2$ Face D = $2,25 \text{ m}^2$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = $48,25 \text{ m}^2$ Face B = $28,95 \text{ m}^2$ Face C = $48,25 \text{ m}^2$ Face D = $28,95 \text{ m}^2$

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}}=15\%A_{\text{Pav}}$ Face A = $5,63 \text{ m}^2$ Face B = $3,37 \text{ m}^2$ Face C = $5,63 \text{ m}^2$ Face D = $3,37 \text{ m}^2$
$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = $46,37 \text{ m}^2$ Face B = $27,83 \text{ m}^2$ Face C = $46,37 \text{ m}^2$ Face D = $27,83 \text{ m}^2$

$A_{\text{Envidraçados}}$	$A_{\text{Env}}=20\%A_{\text{Pav}}$ Face A = $7,50 \text{ m}^2$ Face B = $4,50 \text{ m}^2$ Face C = $7,50 \text{ m}^2$ Face D = $4,50 \text{ m}^2$
---------------------------	---

$A_{\text{Envolvente Exterior}}$	Face A = 44,50 m ² Face B = 26,70 m ² Face C = 44,50 m ² Face D = 26,70 m ²
----------------------------------	--

Pontes térmicas lineares

Fachada com pavimento térreo	32,0 m
Fachada com pavimento intermédio	64,0 m
Fachada com cobertura	32,0 m
Duas paredes verticais em angulo saliente	20,80 m
Fachada com caixilharia (admitindo envidraçados com h=2,0m)	
$A_{\text{Env}}=10\%A_{\text{PAV}}$	14,0 m
$A_{\text{Env}}=15\%A_{\text{PAV}}$	17,0 m
$A_{\text{Env}}=20\%A_{\text{PAV}}$	20,0 m



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo XIII

Resumo dos resultados obtidos para as várias simulações da primeira fase de estudo

Zona Climática I1-V3									
Modelo	Inércia	Relação AEnv/APav	Distribuição AEnv/Face	Orientação	Nic	Nvc	Ntc	CO2	Ntc/Nt
Modelo A	Frac	10%	Igual	Face A/C a N/S	52,94	29,96	209,46	3,62	1,09
				Face A/C a E/W	52,94	30,87	210,22	3,63	1,09
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	53,11	31,99	211,58	3,66	1,1
			Proporcional	Face A/C a N/S	52,12	27,63	205,47	3,55	1,07
				Face A/C a E/W	53,78	33,21	214,25	3,7	1,11
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	53,11	31,99	211,58	3,66	1,1
		15%	Igual	Face A/C a N/S	49,94	37,53	208,25	3,6	1,04
				Face A/C a E/W	49,94	38,45	209,02	3,61	1,04
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	50,17	40,27	211,11	3,65	1,05
			Proporcional	Face A/C a N/S	48,85	34,04	202,63	3,5	1,01
				Face A/C a E/W	51,05	41,94	214,72	3,71	1,07
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	50,17	40,27	211,11	3,65	1,05
		20%	Igual	Face A/C a N/S	47,46	45,12	208,38	3,6	1
				Face A/C a E/W	47,46	46,03	209,15	3,61	1
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	47,73	48,56	211,93	3,66	1,01
			Proporcional	Face A/C a N/S	46,17	40,45	201,26	3,48	0,96
				Face A/C a E/W	48,8	50,71	216,39	3,74	1,04
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	47,73	48,56	211,93	3,66	1,01
	Média	10%	Igual	Face A/C a N/S	50,67	29,79	203,63	3,52	1,06
				Face A/C a E/W	50,67	30,71	204,39	3,53	1,06
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	50,87	31,83	205,83	3,56	1,07
			Proporcional	Face A/C a N/S	49,41	27,44	199,27	3,44	1,04
				Face A/C a E/W	51,64	33,06	208,79	3,61	1,08
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	50,87	31,83	205,83	3,56	1,07
		15%	Igual	Face A/C a N/S	46,65	37,39	199,91	3,46	1
				Face A/C a E/W	46,65	38,31	200,68	3,47	1
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	46,92	40,14	202,88	3,51	1,01
			Proporcional	Face A/C a N/S	45,36	33,88	193,76	3,35	0,97
				Face A/C a E/W	47,97	41,82	206,92	3,58	1,03
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	46,92	40,14	202,88	3,51	1,01
		20%	Igual	Face A/C a N/S	43,2	44,99	197,63	3,42	0,95
				Face A/C a E/W	43,2	45,92	198,39	3,43	0,95
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	43,52	48,45	201,32	3,48	0,96
			Proporcional	Face A/C a N/S	41,66	40,31	189,86	3,28	0,91
				Face A/C a E/W	44,8	50,61	206,3	3,57	0,99
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	43,52	48,45	201,32	3,48	0,96
	Forte	10%	Igual	Face A/C a N/S	49,14	29,74	199,76	3,45	1,04
				Face A/C a E/W	49,14	30,66	200,53	3,47	1,04
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	49,37	31,79	202,04	3,49	1,05
			Proporcional	Face A/C a N/S	48,03	27,38	195,04	3,37	1,01
				Face A/C a E/W	50,25	33,02	205,28	3,55	1,07
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	49,37	31,79	202,04	3,49	1,05
		15%	Igual	Face A/C a N/S	44,04	37,35	193,37	3,34	0,96
				Face A/C a E/W	44,04	38,27	194,13	3,36	0,97
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	44,36	40,11	196,47	3,4	0,98
			Proporcional	Face A/C a N/S	42,5	33,83	186,58	3,22	0,93
				Face A/C a E/W	45,61	41,79	200,99	3,47	1
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	46,92	40,14	202,88	3,51	1,01
		20%	Igual	Face A/C a N/S	39,42	44,97	188,16	3,25	0,9
				Face A/C a E/W	39,42	45,89	188,92	3,27	0,9
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	39,82	48,43	192,03	3,32	0,92
			Proporcional	Face A/C a N/S	37,54	40,27	179,53	3,1	0,86
				Face A/C a E/W	41,36	50,59	197,69	3,42	0,95
				Face A/C a NW/NE/S E/SW	39,82	48,43	192,03	3,32	0,92

Zona Climática I1-V3									
Modelo	Inclinação	Relação AEnv/APav	Distribuição AEnv/Face	Orientação	Nic	Nvc	Ntc	CO2	Ntc/Nt
Modelo B	Fraca	10%	Igual	Face A/C a N/S	47,65	30,17	196,39	3,39	1,08
				Face A/C a E/W	47,65	30,3	196,5	3,4	1,08
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	47,81	31,78	198,15	3,42	1,09
			Proporcional	Face A/C a N/S	47,52	29,78	195,74	3,38	1,08
				Face A/C a E/W	47,78	30,69	197,16	3,41	1,08
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	47,81	31,78	198,15	3,42	1,09
		15%	Igual	Face A/C a N/S	44,85	37,75	195,72	3,38	1,03
				Face A/C a E/W	44,85	37,88	195,82	3,38	1,03
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	45,07	40,07	198,19	3,43	1,04
			Proporcional	Face A/C a N/S	44,67	37,15	194,78	3,37	1,02
				Face A/C a E/W	45,03	38,47	196,76	3,4	1,03
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	45,07	40,07	198,19	3,43	1,04
		20%	Igual	Face A/C a N/S	42,58	45,34	196,37	3,39	0,99
				Face A/C a E/W	42,58	45,47	196,48	3,4	0,99
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	42,84	48,37	199,54	3,45	1,01
			Proporcional	Face A/C a N/S	42,37	44,54	195,18	3,37	0,98
				Face A/C a E/W	42,79	46,27	197,67	3,42	1
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	42,84	48,37	199,54	3,45	1,01
	Média	10%	Igual	Face A/C a N/S	45,25	30,02	190,28	3,29	1,05
				Face A/C a E/W	45,25	30,16	190,39	3,29	1,05
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	45,44	31,65	192,12	3,32	1,06
			Proporcional	Face A/C a N/S	45,1	29,63	189,57	3,28	1,04
				Face A/C a E/W	45,41	30,55	191,11	3,3	1,05
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	45,44	31,65	192,12	3,32	1,06
		15%	Igual	Face A/C a N/S	41,45	37,63	187,12	3,23	0,98
				Face A/C a E/W	41,45	37,76	187,23	3,24	0,98
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	41,71	39,96	189,71	3,28	1
			Proporcional	Face A/C a N/S	41,24	37,03	186,09	3,22	0,98
				Face A/C a E/W	41,66	38,35	188,25	3,25	0,99
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	41,71	39,96	189,71	3,28	1
		20%	Igual	Face A/C a N/S	38,24	45,23	185,43	3,2	0,93
				Face A/C a E/W	38,24	45,37	185,54	3,21	0,94
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	38,55	48,27	188,73	3,26	0,95
			Proporcional	Face A/C a N/S	37,99	44,44	184,13	3,18	0,93
				Face A/C a E/W	38,5	46,17	186,84	3,23	0,94
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	38,55	48,27	188,73	3,26	0,95
	Forte	10%	Igual	Face A/C a N/S	43,54	29,98	185,97	3,21	1,02
				Face A/C a E/W	43,54	30,11	186,08	3,22	1,02
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	43,76	31,61	187,88	3,25	1,03
			Proporcional	Face A/C a N/S	43,36	29,59	185,19	3,2	1,02
				Face A/C a E/W	43,72	30,51	186,86	3,23	1,03
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	43,76	31,61	187,88	3,25	1,03
		15%	Igual	Face A/C a N/S	38,61	37,6	179,99	3,11	0,95
				Face A/C a E/W	38,61	37,73	180,1	3,11	0,95
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	38,92	39,93	182,72	3,16	0,96
			Proporcional	Face A/C a N/S	38,36	37	178,86	3,09	0,94
				Face A/C a E/W	38,87	38,32	181,24	3,13	0,95
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	38,92	39,93	182,72	3,16	0,96
		20%	Igual	Face A/C a N/S	34,23	45,21	175,38	3,03	0,88
				Face A/C a E/W	34,23	45,34	175,49	3,03	0,88
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	34,61	48,25	178,85	3,09	0,9
			Proporcional	Face A/C a N/S	33,92	44,41	173,94	3,01	0,88
				Face A/C a E/W	34,54	46,14	176,93	3,06	0,89
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	34,61	48,25	178,85	3,09	0,9

Zona Climática I1-V3									
Modelo	Inclinação	Relação AEnv/APav	Distribuição AEnv/Face	Orientação	Nic	Nvc	Ntc	CO2	Ntc/Nt
Modelo C	Frac	10%	Igual	Face A/C a N/S	45,01	28,97	188,79	3,26	1,05
				Face A/C a E/W	45,01	29,49	189,22	3,27	1,05
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	45,17	30,85	190,76	3,3	1,06
			Proporcional	Face A/C a N/S	44,65	27,89	186,99	3,23	1,04
				Face A/C a E/W	45,37	30,57	191,03	3,3	1,06
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	45,17	30,85	190,76	3,3	1,06
		15%	Igual	Face A/C a N/S	42,32	36,54	188,39	3,26	1
				Face A/C a E/W	42,32	37,07	188,83	3,26	1
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	42,53	39,13	191,08	3,3	1,02
			Proporcional	Face A/C a N/S	41,85	34,92	185,86	3,21	0,99
				Face A/C a E/W	42,8	38,7	191,38	3,31	1,02
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	42,53	39,13	191,08	3,3	1,02
		20%	Igual	Face A/C a N/S	40,17	44,17	189,36	3,27	0,97
				Face A/C a E/W	40,17	44,66	189,76	3,28	0,97
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	40,42	47,43	192,7	3,33	0,98
			Proporcional	Face A/C a N/S	39,61	41,96	186,13	3,22	0,95
				Face A/C a E/W	40,73	46,83	192,99	3,34	0,98
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	40,42	47,43	192,7	3,33	0,98
	Média	10%	Igual	Face A/C a N/S	42,55	28,83	182,53	3,15	1,02
				Face A/C a E/W	42,55	29,35	182,97	3,16	1,02
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	42,74	30,72	184,58	3,19	1,03
			Proporcional	Face A/C a N/S	42,13	27,74	180,56	3,12	1,01
				Face A/C a E/W	42,98	30,44	184,94	3,2	1,03
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	42,74	30,72	184,58	3,19	1,03
		15%	Igual	Face A/C a N/S	38,87	36,43	179,67	3,11	0,96
				Face A/C a E/W	38,87	36,95	180,11	3,11	0,96
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	39,12	29,03	182,46	3,15	0,97
			Proporcional	Face A/C a N/S	38,31	34,8	176,9	3,06	0,94
				Face A/C a E/W	39,44	38,59	182,9	3,16	0,97
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	39,12	39,03	182,46	3,15	0,97
		20%	Igual	Face A/C a N/S	35,79	44,04	178,31	3,08	0,91
				Face A/C a E/W	35,79	44,56	178,75	3,09	0,91
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	36,09	47,34	181,81	3,14	0,93
			Proporcional	Face A/C a N/S	35,13	41,86	174,84	3,02	0,89
				Face A/C a E/W	36,47	46,74	182,26	3,15	0,93
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	36,09	47,34	181,81	3,14	0,93
	Forte	10%	Igual	Face A/C a N/S	40,74	28,79	177,97	3,08	0,99
				Face A/C a E/W	40,74	29,31	178,4	3,08	0,99
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	40,96	30,68	180,1	3,11	1
			Proporcional	Face A/C a N/S	40,24	27,7	175,81	3,04	0,98
				Face A/C a E/W	41,24	30,4	180,56	3,12	1,01
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	40,96	30,68	180,1	3,11	1
		15%	Igual	Face A/C a N/S	35,91	36,4	172,25	2,98	0,92
				Face A/C a E/W	35,91	36,93	172,69	2,98	0,92
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	36,22	39	175,18	3,03	0,93
			Proporcional	Face A/C a N/S	35,23	34,76	169,18	2,92	0,9
				Face A/C a E/W	36,6	38,56	175,77	3,04	0,94
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	36,22	39	175,18	3,03	0,93
		20%	Igual	Face A/C a N/S	31,67	44,02	167,98	2,9	0,86
				Face A/C a E/W	31,67	44,54	168,42	2,91	0,86
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	32,03	47,32	171,65	2,97	0,87
			Proporcional	Face A/C a N/S	30,85	41,83	164,12	2,84	0,84
				Face A/C a E/W	32,5	46,72	172,31	2,98	0,88
				Face A/C a NW/NE/SE/SW	32,03	47,32	171,65	2,97	0,87

Zona Climática I2-V2									
Modelo	Inercia	Rela'2 o AEnv/APav	Distribui'2 o AEnv/Face	Orienta'2 o	Nic	Nvc	Ntc	CO2	Ntc/Nt
a IXr%Y	C'LL	ZE	Lc'LL%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
			t 2222222222%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
		ZE	Lc'LL%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
			t 2222222222%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
		ZE	Lc'LL%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
			t 2222222222%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
	a 2222	ZE	Lc'LL%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
			t 2222222222%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
		ZE	Lc'LL%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
			t 2222222222%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
	C'LL	ZE	Lc'LL%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
			t 2222222222%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
		ZE	Lc'LL%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
			t 2222222222%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
		ZE	Lc'LL%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222
			t 2222222222%	CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb 2	2222	2222	2222	2222	2222
				CLT ! 2 Llb° 222222°	2222	2222	2222	2222	2222

Zona Climática I2-V2									
Modelo	Inercia	Relatividad AEnv/APav	Distribución AEnv/Face	Orientación	Nic	Nvc	Ntc	CO2	Ntc/Nt
aIXtX	C144	E	L	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
			t 12b 9.9	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
		S	L	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
			t 12b 9.9	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
		E	L	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
			t 12b 9.9	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
	a 404	E	L	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
			t 12b 9.9	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
		S	L	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
			t 12b 9.9	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
		E	L	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
			t 12b 9.9	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
	C144	E	L	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
			t 12b 9.9	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
		S	L	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
			t 12b 9.9	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
		E	L	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b
			t 12b 9.9	Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b	12b	12b	12b	12b	12b
				Clr! 12b 9.9	12b	12b	12b	12b	12b

[illegible]



Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo XIV

Resultados dos cálculos relativos aos coletores solares padrão e sistema proposto, ao longo da segunda fase de estudo

Certificado Solar Keymark



Relatório de simulação de desempenho de sistema solar térmico: requisitos mínimos REH

1/2

Sumário

Instalação em Manteigas (Manteigas)

4 coletores Padrão REH

» painel com \hat{a} 2,60 m² (inclinação 35° e azimute 0°)

» depósito de 160 l, modelo adequado (REH)

Necessidades de energia: AQS regulamentar (REH)

Energia útil solicitada: 2 375 kWh

- satisfeitas por origem solar 1 368 kWh 58% de fração solar

- satisfeitas pelo apoio 1 007 kWh 42%

Indicadores principais (sistema solar)

rendimento: 38%

produtividade: 526 kWh/m²

perdas: 42%

Local e clima

NUTS III: Beira Interior Norte Município: Manteigas

Local: Manteigas

elevação: 1200 m albedo: 20%

obstruções do horizonte

azimute: E -85° -80° -75° -70° -65° -60° -55° -50° NE -40° -35° -30° -25° -20° -15° -10° -5° S

altura angular:

azimute: S 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° NW 50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° W

altura angular:

Configuração do sistema solar

Sistema solar por medida, em circulação forçada, com 2,6 m² de colectores com inclinação 35° e orientação 0°, e armazenamento de água sanitária com 160 litros, apoio de montagem ao depósito com controlo temporizado.

Circuito primário com 24 m de comprimento, tubagens de calibre 12 mm, isolamento em poliuretano com 20 mm de espessura.

Bombas de 30 W, garantindo um caudal nominal de 46 l/m² por hora, fluido circulante com 25% de anticongelante.

Apoio energético fornecido por sistema elétrico (I) com eficiência nominal 100%; montagem ao depósito, controlo temporizado.

4 colectores de modelo Padrão REH.

Características principais: área de abertura 0,65 m², coeficientes de perdas térmicas $a_1 = 4,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $a_2 = 0,014 \text{ W/m}^2\text{K}^2$, rendimento óptico = 73%.

1 depósito de modelo adequado (REH), com capacidade 160 litros, em posição vertical. Características construtivas principais: coeficiente de perdas térmicas global = 4,5 W/°C, paredes em INOX, temperatura máxima de operação 99°C.

Apoio energético fornecido por sistema elétrico (I) com eficiência nominal 100%.

Água quente distribuída por tubagens de calibre 15 mm isoladas por poliuretano com espessura 12 mm, com 12 m entre depósito e ponto de consumo.

Necessidades de energia

Águas quentes sanitárias - padrão REH

edifício:

Residências

T3

nº fracções desta tipologia

1

nº ocupantes por fracção

4

consumo diário por ocupante (litros)

40

temperaturas

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
abastecimento de água	13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	°C
pretendida no consumo	53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	°C

energia diária

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
segunda-feira	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
terça-feira	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
quarta-feira	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
quinta-feira	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
sexta-feira	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
sábado	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
domingo	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh

perfil de consumo

hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
(período diurno)	15%	20%	10%	.	.	10%	15%	10%	.	.	.	.
hora	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	
(período nocturno)	5%	10%	5%	.	.	.	.	.	.	.	.	.



Relatório de simulação de sistema solar térmico: requisitos mínimos REH - continuação

2/2

Aproveitamento do recurso solar

radiação solar directa

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
horizontal (à superfície)	1,0	1,6	2,6	3,0	3,8	5,1	5,4	4,9	3,4	1,9	1,3	0,6	2,9 kWh/m².dia
incidente nos colectores	1,9	2,7	3,5	3,3	3,6	4,5	4,9	5,1	4,2	2,9	2,5	1,3	3,4 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	1,9	2,6	3,3	3,1	3,2	3,9	4,3	4,7	4,0	2,8	2,4	1,2	3,1 kWh/m².dia

radiação solar global

	média	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
no topo da atmosfera	4,2	5,7	7,7	9,6	11,0	11,6	11,3	10,1	8,4	6,3	4,6	3,7	7,8 kWh/m².dia
na horizontal (à superfície)	1,9	2,8	4,3	5,3	6,5	7,5	7,6	6,8	5,1	3,2	2,1	1,5	4,5 kWh/m².dia
incidente nos colectores	3,0	4,1	5,4	5,7	6,3	6,9	7,2	7,1	6,1	4,4	3,5	2,4	5,2 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	2,6	3,6	4,6	4,7	5,0	5,5	5,7	6,1	5,3	3,8	3,1	2,0	4,3 kWh/m².dia

Desempenho energético

temperaturas

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
ambiente	4,1	5,5	7,7	9,2	12,8	17,7	21,3	21,2	18,3	12,6	7,8	5,2	11,9 °C
abastecimento de água	13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	16 °C
base do armazenamento	24	29	33	34	37	41	45	46	41	32	28	22	34 °C
topo do armazenamento	47	48	49	48	49	52	55	55	53	49	48	47	50 °C
pretendida no consumo	53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	51 °C

massas

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
pretendida no consumo	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160 litros/dia
extraída do armazenamento	160	160	158	157	155	147	140	140	148	158	160	160	153 litros/dia
nota: adicionada	0	0	2	3	5	13	20	20	12	2	0	0	7 litros/dia

balanços de energia

- sistema solar

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
nota: radiação solar na horizontal	150	206	350	413	521	587	610	544	396	258	167	124	4 326 kWh
energia primária (radiação solar incidente)	243	302	437	442	507	541	576	570	477	358	277	190	4 919 kWh
energia solar captada	99	123	183	199	205	234	260	270	222	158	122	72	2 148 kWh
perdas térmicas no circuito primário	2	3	4	4	5	5	6	7	5	3	2	1	48 kWh
perdas térmicas no armazenamento	45	52	69	67	78	88	102	105	89	66	53	40	854 kWh
consumos eléctricos parasíticos	5	5	7	7	8	7	7	9	7	6	5	5	79 kWh
energia final (calor de origem solar)	85	107	160	157	182	208	233	242	197	138	105	62	1 875 kWh

- sistema de apoio

energia primária (l)	190	139	115	102	78	45	32	28	59	123	154	205	1 271 kWh
energia final (calor)	190	138	115	102	78	45	32	28	59	122	154	204	1 268 kWh

- circuito de distribuição

perdas térmicas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0 kWh
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---------

- fornecimento de água quente

necessidades (consumo de energia útil)	232	204	215	198	192	172	170	173	178	202	212	229	2 375 kWh
energia de origem solar (útil)	72	89	125	120	134	141	149	155	137	107	86	53	1 368 kWh
energia com origem no apoio (útil)	160	115	90	78	57	31	21	18	41	95	126	175	1 007 kWh

Desempenho global do sistema

fracção solar	58% em termos de energia útil	(*)
produtividade	526 kWh/m² de colectores	
i.e.	43% da produtividade limite dos colectores, 1217 kWh/m²	
rendimento - definição física	38% em relação à energia solar no plano dos colectores	
rendimento - definição estatística	32% em relação à energia solar na horizontal	
perdas térmicas e consumos parasíticos	46% da energia solar captada	

(*) estas avaliações podem não ser adequadas se as cargas térmicas tiverem grande variação durante a semana e/ou ano.

Relatório de simulação de desempenho de sistema solar térmico																	1/2
Sumário																	
Instalação em Manteigas (Manteigas)																	
2 coletores Rotex V26P																	
Necessidades de energia: AQS regulamentar (REH)																	
Energia útil solicitada: 2 375 kWh																	
Indicadores principais (sistema solar)																	
rendimento: 33%																	
produtividade: 402 kWh/m²																	
perdas: 40%																	
» painel com \hat{a} 4,72 m² (inclinação 35° e azimute 0°)																	
» depósito de 300 l, modelo exemplo 300 l																	
- satisfeitas por origem solar 1 895 kWh 80% de fração solar																	
- satisfeitas pelo apoio 480 kWh 20%																	
Local e clima																	
NUTS III: Beira Interior Norte Município: Manteigas Local: Manteigas elevação: 1200 m albedo: 20%																	
obstruções do horizonte																	
azimute: E -85° -80° -75° -70° -65° -60° -55° -50° NE -40° -35° -30° -25° -20° -15° -10° -5° S																	
altura angular:																	
azimute: S 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° NW 50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° W																	
altura angular:																	
Configuração do sistema solar																	
Sistema solar por medida, em circulação forçada, com 4,7 m² de colectores com inclinação 35° e orientação 0°, e armazenamento de água sanitária com 300 litros, apoio de montagem ao depósito com controlo temporizado.																	
Circuito primário com 24 m de comprimento, sem permutador externo, tubagens de calibre 15 mm, isolamento em poliuretano com 20 mm de espessura.																	
Bombas de 30 W, garantindo um caudal nominal de 44 l/m² por hora, fluido circulante com 25% de anticongelante.																	
Apoio energético fornecido por sistema elétrico (I) com eficiência nominal 100%; montagem ao depósito, controlo temporizado.																	
2 colectores de modelo Rotex V26P (com certificação de qualidade, certificado 011-7S924 F de DIN CERTCO (DE) - dados inseridos pela DGEG).																	
Características principais: área de abertura 2,36 m², coeficientes de perdas térmicas a1 = 4,25 W/m²K e a2 = 0,007 W/m²K², rendimento óptico = 78%.																	
1 depósito de modelo exemplo 300 l, com capacidade 300 litros, em posição vertical. Características construtivas principais: coeficiente de perdas térmicas global = 4,0 W/°C, paredes em INOX, temperatura máxima de operação 95°C.																	
Apoio energético fornecido por sistema elétrico (eletricidade) com eficiência nominal 100%.																	
Água quente distribuída por tubagens de calibre 15 mm isoladas por polietileno com espessura 10 mm, com 12 m entre depósito e ponto de consumo.																	
Necessidades de energia																	
Águas quentes sanitárias - padrão REH																	
edifício: Residências T3																	
nº fracções desta tipologia 1																	
nº ocupantes por fracção 4																	
consumo diário por ocupante (litros) 40																	
temperaturas																	
abastecimento de água																	
pretendida no consumo																	
energia diária																	
segunda-feira																	
terça-feira																	
quarta-feira																	
quinta-feira																	
sexta-feira																	
sábado																	
domingo																	
perfil de consumo																	
hora																	
(período diurno)																	
hora																	
(período nocturno)																	

Relatório de simulação de sistema solar térmico - continuação

2/2

Aproveitamento do recurso solar

radiação solar directa	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
horizontal (à superfície)	1,0	1,6	2,6	3,0	3,8	5,1	5,4	4,9	3,4	1,9	1,3	0,6	2,9 kWh/m².dia
incidente nos colectores	1,9	2,7	3,5	3,3	3,6	4,5	4,9	5,1	4,2	2,9	2,5	1,3	3,4 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	1,9	2,6	3,3	3,1	3,2	3,9	4,3	4,8	4,0	2,8	2,4	1,2	3,1 kWh/m².dia

radiação solar global	média	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
no topo da atmosfera	4,2	5,7	7,7	9,6	11,0	11,6	11,3	10,1	8,4	6,3	4,6	3,7	7,8 kWh/m².dia
na horizontal (à superfície)	1,9	2,8	4,3	5,3	6,5	7,5	7,6	6,8	5,1	3,2	2,1	1,5	4,5 kWh/m².dia
incidente nos colectores	3,0	4,1	5,4	5,7	6,3	6,9	7,2	7,1	6,1	4,4	3,5	2,4	5,2 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	2,6	3,6	4,7	4,8	5,1	5,5	5,8	6,1	5,3	3,9	3,1	2,0	4,4 kWh/m².dia

Desempenho energético

temperaturas	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
ambiente	4,1	5,5	7,7	9,2	12,8	17,7	21,3	21,2	18,3	12,6	7,8	5,2	11,9 °C
abastecimento de água	13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	16 °C
base do armazenamento	31	39	47	49	54	65	70	73	64	46	37	27	50 °C
topo do armazenamento	52	54	58	58	62	72	78	80	72	57	53	50	62 °C
pretendida no consumo	53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	51 °C

massas	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
pretendida no consumo	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160 litros/dia
extraída do armazenamento	156	152	139	135	123	98	86	83	104	142	152	160	127 litros/dia
nota: adicionada	4	8	21	25	37	62	74	77	56	18	8	0	33 litros/dia

balanços de energia	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
- sistema solar													
nota: radiação solar na horizontal	272	375	635	750	945	1 066	1 108	988	720	469	302	225	7 854 kWh
energia primária (radiação solar incidente)	440	548	793	802	920	981	1 046	1 035	866	649	502	345	8 929 kWh
energia solar captada	170	211	307	316	326	350	385	383	328	266	208	123	3 374 kWh
perdas térmicas no circuito primário	3	4	7	7	8	10	11	12	10	6	4	2	84 kWh
perdas térmicas no armazenamento	59	70	99	98	116	143	164	172	140	94	72	50	1 277 kWh
consumos eléctricos parasíticos	5	5	6	7	7	7	7	7	6	6	5	4	72 kWh
energia final (calor de origem solar)	148	187	273	260	292	311	332	336	289	234	182	107	2 951 kWh
- sistema de apoio													
energia primária (eletricidade via SEP)	368	182	102	73	16	11		3	38	121	215	426	1 555 kWh
energia final (calor)	147	73	41	29	6	4		1	15	48	86	170	622 kWh
- circuito de distribuição													
perdas térmicas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1 kWh
- fornecimento de água quente													
necessidades (consumo de energia útil)	232	204	215	198	192	172	170	173	178	202	212	229	2 375 kWh
energia de origem solar (útil)	116	147	187	178	187	169	170	172	169	167	144	88	1 895 kWh
energia com origem no apoio (útil)	116	57	28	20	4	2		1	9	35	68	141	480 kWh

Desempenho global do sistema

fracção solar	80% em termos de energia útil	(*)
produtividade	402 kWh/m² de colectores	!
i.e.	31% da produtividade limite dos colectores, 1316 kWh/m²	!
rendimento - definição física	33% em relação à energia solar no plano dos colectores	!
rendimento - definição estatística	24% em relação à energia solar na horizontal	!
perdas térmicas e consumos parasíticos	42% da energia solar captada	!

(*) estas avaliações podem não ser adequadas se as cargas térmicas tiverem grande variação durante a semana e/ou ano.



Relatório de simulação de desempenho de sistema solar térmico: requisitos mínimos REH

1/2

Sumário

Instalação em Manteigas (Manteigas)

4 coletores Padrão REH

» painel com \hat{a} 2,60 m² (inclinação 35° e azimute 0°)

» depósito de 160 l, modelo adequado (REH)

Necessidades de energia: AQS regulamentar (REH)

Energia útil solicitada: 2 375 kWh

- satisfeitas por origem solar 1 368 kWh 58% de fração solar

- satisfeitas pelo apoio 1 007 kWh 42%

Indicadores principais (sistema solar)

rendimento: 38%

produtividade: 526 kWh/m²

perdas: 42%

Local e clima

NUTS III: Beira Interior Norte Município: Manteigas

Local: Manteigas

elevação: 1200 m albedo: 20%

obstruções do horizonte

azimute: E -85° -80° -75° -70° -65° -60° -55° -50° NE -40° -35° -30° -25° -20° -15° -10° -5° S

altura angular:

azimute: S 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° NW 50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° W

altura angular:

Configuração do sistema solar

Sistema solar por medida, em circulação forçada, com 2,6 m² de colectores com inclinação 35° e orientação 0°, e armazenamento de água sanitária com 160 litros, apoio de montagem ao depósito com controlo temporizado.

Circuito primário com 24 m de comprimento, tubagens de calibre 12 mm, isolamento em poliuretano com 20 mm de espessura.

Bombas de 30 W, garantindo um caudal nominal de 46 l/m² por hora, fluido circulante com 25% de anticongelante.

Apoio energético fornecido por sistema elétrico (I) com eficiência nominal 100%; montagem ao depósito, controlo temporizado.

4 colectores de modelo Padrão REH.

Características principais: área de abertura 0,65 m², coeficientes de perdas térmicas $a_1 = 4,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ e $a_2 = 0,014 \text{ W/m}^2\text{K}^2$, rendimento óptico = 73%.

1 depósito de modelo adequado (REH), com capacidade 160 litros, em posição vertical. Características construtivas principais: coeficiente de perdas térmicas global = 4,5 W/°C, paredes em INOX, temperatura máxima de operação 99°C.

Apoio energético fornecido por sistema térmico (biomassa) com eficiência nominal 93%.

Água quente distribuída por tubagens de calibre 15 mm isoladas por poliuretano com espessura 12 mm, com 12 m entre depósito e ponto de consumo.

Necessidades de energia

Águas quentes sanitárias - padrão REH

edifício:

Residências

T3

nº fracções desta tipologia

1

nº ocupantes por fracção

4

consumo diário por ocupante (litros)

40

temperaturas

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
abastecimento de água	13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	°C
pretendida no consumo	53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	°C

energia diária

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	
segunda-feira	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
terça-feira	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
quarta-feira	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
quinta-feira	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
sexta-feira	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
sábado	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh
domingo	7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh

perfil de consumo

hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
(período diurno)	15%	20%	10%	.	.	10%	15%	10%	.	.	.	.
hora	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	
(período nocturno)	5%	10%	5%	.	.	.	.	.	.	.	.	.



Relatório de simulação de sistema solar térmico: requisitos mínimos REH - continuação

2/2

Aproveitamento do recurso solar

radiação solar directa

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
horizontal (à superfície)	1,0	1,6	2,6	3,0	3,8	5,1	5,4	4,9	3,4	1,9	1,3	0,6	2,9 kWh/m².dia
incidente nos colectores	1,9	2,7	3,5	3,3	3,6	4,5	4,9	5,1	4,2	2,9	2,5	1,3	3,4 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	1,9	2,6	3,3	3,1	3,2	3,9	4,3	4,7	4,0	2,8	2,4	1,2	3,1 kWh/m².dia

radiação solar global

	média	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
no topo da atmosfera	4,2	5,7	7,7	9,6	11,0	11,6	11,3	10,1	8,4	6,3	4,6	3,7	7,8 kWh/m².dia
na horizontal (à superfície)	1,9	2,8	4,3	5,3	6,5	7,5	7,6	6,8	5,1	3,2	2,1	1,5	4,5 kWh/m².dia
incidente nos colectores	3,0	4,1	5,4	5,7	6,3	6,9	7,2	7,1	6,1	4,4	3,5	2,4	5,2 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	2,6	3,6	4,6	4,7	5,0	5,5	5,7	6,1	5,3	3,8	3,1	2,0	4,3 kWh/m².dia

Desempenho energético

temperaturas

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
ambiente	4,1	5,5	7,7	9,2	12,8	17,7	21,3	21,2	18,3	12,6	7,8	5,2	11,9 °C
abastecimento de água	13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	16 °C
base do armazenamento	24	29	33	34	37	41	45	46	41	32	28	22	34 °C
topo do armazenamento	47	48	49	48	49	52	55	55	53	49	48	47	50 °C
pretendida no consumo	53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	51 °C

massas

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
pretendida no consumo	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160 litros/dia
extraída do armazenamento	160	160	158	157	155	147	140	140	148	158	160	160	153 litros/dia
nota: adicionada	0	0	2	3	5	13	20	20	12	2	0	0	7 litros/dia

balanços de energia

- sistema solar

	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
nota: radiação solar na horizontal	150	206	350	413	521	587	610	544	396	258	167	124	4 326 kWh
energia primária (radiação solar incidente)	243	302	437	442	507	541	576	570	477	358	277	190	4 919 kWh
energia solar captada	99	123	183	199	205	234	260	270	222	158	122	72	2 148 kWh
perdas térmicas no circuito primário	2	3	4	4	5	5	6	7	5	3	2	1	48 kWh
perdas térmicas no armazenamento	45	52	69	67	78	88	102	105	89	66	53	40	854 kWh
consumos eléctricos parasíticos	5	5	7	7	8	7	7	9	7	6	5	5	79 kWh
energia final (calor de origem solar)	85	107	160	157	182	208	233	242	197	138	105	62	1 875 kWh

- sistema de apoio

energia primária (biomassa)	204	149	124	109	84	49	35	30	64	132	165	220	1 364 kWh
energia final (calor)	190	138	115	102	78	45	32	28	59	122	154	204	1 268 kWh

- circuito de distribuição

perdas térmicas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0 kWh
-----------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	---------

- fornecimento de água quente

necessidades (consumo de energia útil)	232	204	215	198	192	172	170	173	178	202	212	229	2 375 kWh
energia de origem solar (útil)	72	89	125	120	134	141	149	155	137	107	86	53	1 368 kWh
energia com origem no apoio (útil)	160	115	90	78	57	31	21	18	41	95	126	175	1 007 kWh

Desempenho global do sistema

fracção solar	58% em termos de energia útil	(*)
produtividade	526 kWh/m² de colector	
i.e.	43% da produtividade limite dos colectores, 1217 kWh/m²	
rendimento - definição física	38% em relação à energia solar no plano dos colectores	
rendimento - definição estatística	32% em relação à energia solar na horizontal	
perdas térmicas e consumos parasíticos	46% da energia solar captada	

(*) estas avaliações podem não ser adequadas se as cargas térmicas tiverem grande variação durante a semana e/ou ano.

Relatório de simulação de desempenho de sistema solar térmico																				1/2				
Sumário																								
Instalação em Manteigas (Manteigas) 2 coletores Rotex V26P » painel com 4,72 m² (inclinação 35° e azimute 0°) » depósito de 300 l, modelo exemplo 300 l										Necessidades de energia: AQS regulamentar (REH) Energia útil solicitada: 2 375 kWh - satisfeitas por origem solar 1 895 kWh 80% de fração solar - satisfeitas pelo apoio 480 kWh 20%					Indicadores principais (sistema solar) rendimento: 33% produtividade: 402 kWh/m² perdas: 40%									
Local e clima																								
NUTS III: Beira Interior Norte					Município: Manteigas					Local: Manteigas					elevação: 1200 m					albedo: 20%				
obstruções do horizonte																								
azimute:		E	-85°	-80°	-75°	-70°	-65°	-60°	-55°	-50°	NE	-40°	-35°	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	S				
altura angular:																								
azimute:		S	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	NW	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	W				
altura angular:																								
Configuração do sistema solar																								
Sistema solar por medida, em circulação forçada, com 4,7 m² de colectores com inclinação 35° e orientação 0°, e armazenamento de água sanitária com 300 litros, apoio de montagem ao depósito com controlo temporizado.																								
Circuito primário com 24 m de comprimento, sem permutador externo, tubagens de calibre 15 mm, isolamento em poliuretano com 20 mm de espessura. Bombas de 30 W, garantindo um caudal nominal de 44 l/m² por hora, fluido circulante com 25% de anticongelante.																								
Apoio energético fornecido por sistema elétrico () com eficiência nominal 100%; montagem ao depósito, controlo temporizado.																								
2 colectores de modelo Rotex V26P (com certificação de qualidade, certificado 011-7S924 F de DIN CERTCO (DE) - dados inseridos pela DGEG).																								
Características principais: área de abertura 2,36 m², coeficientes de perdas térmicas a1 = 4,25 W/m²K e a2 = 0,007 W/m²K², rendimento óptico = 78%.																								
1 depósito de modelo exemplo 300 l, com capacidade 300 litros, em posição vertical. Características construtivas principais: coeficiente de perdas térmicas global = 4,0 W/°C, paredes em INOX, temperatura máxima de operação 95°C.																								
Apoio energético fornecido por sistema térmico (biomassa) com eficiência nominal 93%.																								
Água quente distribuída por tubagens de calibre 15 mm isoladas por polietileno com espessura 10 mm, com 12 m entre depósito e ponto de consumo.																								
Necessidades de energia																								
Águas quentes sanitárias - padrão REH																								
edifício:					Residências										T3									
					nº fracções desta tipologia										1									
					nº ocupantes por fracção										4									
					consumo diário por ocupante (litros)										40									
temperaturas																								
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez											
abastecimento de água		13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	°C										
pretendida no consumo		53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	°C										
energia diária																								
		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez											
segunda-feira		7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh										
terça-feira		7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh										
quarta-feira		7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh										
quinta-feira		7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh										
sexta-feira		7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh										
sábado		7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh										
domingo		7,5	7,3	6,9	6,6	6,2	5,7	5,5	5,6	5,9	6,5	7,1	7,4	kWh										
perfil de consumo																								
hora		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18											
(período diurno)		15%	20%	10%	.	.	10%	15%	10%											
hora		19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6											
(período nocturno)		5%	10%	5%											

Relatório de simulação de sistema solar térmico - continuação

2/2

Aproveitamento do recurso solar

radiação solar directa	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
horizontal (à superfície)	1,0	1,6	2,6	3,0	3,8	5,1	5,4	4,9	3,4	1,9	1,3	0,6	2,9 kWh/m².dia
incidente nos colectores	1,9	2,7	3,5	3,3	3,6	4,5	4,9	5,1	4,2	2,9	2,5	1,3	3,4 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	1,9	2,6	3,3	3,1	3,2	3,9	4,3	4,8	4,0	2,8	2,4	1,2	3,1 kWh/m².dia

radiação solar global	média	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
no topo da atmosfera	4,2	5,7	7,7	9,6	11,0	11,6	11,3	10,1	8,4	6,3	4,6	3,7	7,8 kWh/m².dia
na horizontal (à superfície)	1,9	2,8	4,3	5,3	6,5	7,5	7,6	6,8	5,1	3,2	2,1	1,5	4,5 kWh/m².dia
incidente nos colectores	3,0	4,1	5,4	5,7	6,3	6,9	7,2	7,1	6,1	4,4	3,5	2,4	5,2 kWh/m².dia
absorvida pelos colectores	2,6	3,6	4,7	4,8	5,1	5,5	5,8	6,1	5,3	3,9	3,1	2,0	4,4 kWh/m².dia

Desempenho energético

temperaturas	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
ambiente	4,1	5,5	7,7	9,2	12,8	17,7	21,3	21,2	18,3	12,6	7,8	5,2	11,9 °C
abastecimento de água	13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	16 °C
base do armazenamento	31	39	47	49	54	65	70	73	64	46	37	27	50 °C
topo do armazenamento	52	54	58	58	62	72	78	80	72	57	53	50	62 °C
pretendida no consumo	53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	51 °C

massas	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
pretendida no consumo	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160	160 litros/dia
extraída do armazenamento	156	152	139	135	123	98	86	83	104	142	152	160	127 litros/dia
nota: adicionada	4	8	21	25	37	62	74	77	56	18	8	0	33 litros/dia

balanços de energia	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
- sistema solar													
nota: radiação solar na horizontal	272	375	635	750	945	1 066	1 108	988	720	469	302	225	7 854 kWh
energia primária (radiação solar incidente)	440	548	793	802	920	981	1 046	1 035	866	649	502	345	8 929 kWh
energia solar captada	170	211	307	316	326	350	385	383	328	266	208	123	3 374 kWh
perdas térmicas no circuito primário	3	4	7	7	8	10	11	12	10	6	4	2	84 kWh
perdas térmicas no armazenamento	59	70	99	98	116	143	164	172	140	94	72	50	1 277 kWh
consumos eléctricos parasíticos	5	5	6	7	7	7	7	7	6	6	5	4	72 kWh
energia final (calor de origem solar)	148	187	273	260	292	311	332	336	289	234	182	107	2 951 kWh
- sistema de apoio													
energia primária (biomassa)	158	78	44	31	7	5		1	16	52	92	183	669 kWh
energia final (calor)	147	73	41	29	6	4		1	15	48	86	170	622 kWh
- circuito de distribuição													
perdas térmicas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1 kWh
- fornecimento de água quente													
necessidades (consumo de energia útil)	232	204	215	198	192	172	170	173	178	202	212	229	2 375 kWh
energia de origem solar (útil)	116	147	187	178	187	169	170	172	169	167	144	88	1 895 kWh
energia com origem no apoio (útil)	116	57	28	20	4	2		1	9	35	68	141	480 kWh

Desempenho global do sistema

fracção solar	80% em termos de energia útil	(*)
produtividade	402 kWh/m² de colectores	!
i.e.	31% da produtividade limite dos colectores, 1316 kWh/m²	!
rendimento - definição física	33% em relação à energia solar no plano dos colectores	!
rendimento - definição estatística	24% em relação à energia solar na horizontal	!
perdas térmicas e consumos parasíticos	42% da energia solar captada	!

(*) estas avaliações podem não ser adequadas se as cargas térmicas tiverem grande variação durante a semana e/ou ano.

[illegible]

Annual collector output based on EN 12975 Test Results, annex to Solar KEYMARK Certificate	Licence Number	011-7S924 F
	Issued	29.06.2015

[illegible]

Collector mounting: Fixed or tracking	Fixed; slope = latitude - 15° (rounded to nearest 5°)
---------------------------------------	---

Overview of locations				
Location	Latitude °	Gtot kWh/m²	Ta °C	Collector orientation or tracking mode
Athens	38	1'765	18.5	South, 25°
Davos	47	1'714	3.2	South, 30°
Stockholm	59	1'166	7.5	South, 45°
Würzburg	50	1'244	9.0	South, 35°
South, -15°				
South/Süden/Sud, 30°				

G _{tot}	Annual total irradiation on collector plane	kWh/m ²
T _a	Mean annual ambient air temperature	°C
T _m	Constant collector operating temperature (mean of in- and outlet temperatures)	°C

The calculation of the annual collector performance is performed with the official Solar Keymark spreadsheet tool ScenoCalc. The collector output is calculated hour by hour according to the efficiency parameters from the Keymark test using constant collector operating temperature (T_m). A detailed description of the calculations is available at <http://www.sp.se/en/index/services/solar/ScenoCalc/Sidor/default.aspx>.

<p>DIN CERTCO • Alboinstraße 56 • 12103 Berlin, Germany Tel: +49 30 7562-1131 • Fax: +49 30 7562-1141 • E-Mail: info@dincertco.de • www.dincertco.de</p>	<p>Datasheet version: 4.06, 2014-01-15</p> <p>ScenoCalc version: Ver. 4.06 (Jan. 2014)</p>
--	--

























Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Instituto Politécnico da Guarda

Anexo XV

Resumo dos resultados obtidos para as várias simulações da segunda fase de estudo

<p>                       </p>						
---	--	--	--	--	--	--

[illegible][illegible]

